บทบรรณาธิการ

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรฉบับพิเศษนี้ สมาคมวิทยาศาสตร์เกษตรฯ ได้จัดทำขึ้นเพื่อเผยแพร่ผลงานวิจัยและงานวิชาการเกษตรสู่สาธารณะ ประกอบด้วยเรื่องเต็มจากการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 1 ระหว่างวันที่ 19-20 กรกฎาคม 2550 ณ โรงแรม เอส. ดี. อเวนิว กรุงเทพมหานคร ซึ่งดำเนินการโดย โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อให้อาจารย์ นักวิจัย นักวิชาการเกษตร และนักศึกษา ร่วมกับหน่วยงานทั้งภายในและภายนอกมหาวิทยาลัยที่เกี่ยวข้องได้มีโอกาสแลกเปลี่ยนความรู้และประสบการณ์ในงานวิจัย รวมทั้งเป็นการสร้างเครือข่ายความร่วมมือในการพัฒนางานวิจัยด้านนี้ และเผยแพร่ผลงานวิจัยสู่สาธารณะ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อนของไทย โดยการจัดการประชุมครั้งนี้ ถือเป็นการร่วมฉลองปีมหามงคลครบรอบ 80 พรรษาของ พระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ “พระบิดาการประดิษฐ์ไทย”

สมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรฯ ใคร่ขอขอบคุณผู้เข้าร่วมประชุมและผู้มีส่วนร่วมในการประชุมทุกท่าน โดยเฉพาะคณะกรรมการการจัดการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 1 โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี และแหล่งทุนที่ได้สนับสนุนค่าใช้จ่ายในการจัดพิมพ์วารสารวิทยาศาสตร์เกษตรฉบับนี้ และใคร่ขอเชิญชวน นักวิชาการ นักวิจัย และนักศึกษาผู้สนใจด้านการพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน สมัครเป็นสมาชิกสมาคมฯ และเสนอบทความฉบับเต็ม เพื่อลงพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรของสมาคมฯ ในโอกาสต่อไป

รศ.ดร. นิพนธ์ ทวีชัย
บรรณาธิการ

คำนำ

โครงการจัดตั้งศูนย์วิจัยและพัฒนาพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ได้เล็งเห็นความสำคัญของการเผยแพร่งานวิจัยที่เกี่ยวกับการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิต เทคโนโลยีการเก็บเกี่ยว การแปรรูป และการศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและสรีรวิทยาของพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ทั้งระดับแปลงปลูกของเกษตรกรและห้องปฏิบัติการ ต่อหน่วยงานทั้งภาครัฐและภาคเอกชน เพื่อนำผลงานวิจัยไปใช้ประโยชน์ในการพัฒนาอุตสาหกรรมการผลิตและการพัฒนาประเทศ อีกทั้งเป็นโอกาสดีสำหรับนิสิต นักศึกษา นักวิจัยจากภาครัฐและเอกชน ตลอดจนบุคคลทั่วไปได้แลกเปลี่ยนประสบการณ์และวิทยาการใหม่ๆ และเป็นการสร้างความร่วมมือในการพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตพืชเขตร้อนและกึ่งร้อนให้มีคุณภาพที่มีมาตรฐานระดับนานาชาติและสามารถแข่งขันในตลาดโลกได้ โดยการจัดการประชุมครั้งนี้ถือเป็นการร่วมฉลองปีมหามงคลครบรอบ 80 พรรษาของพระบาทสมเด็จพระเจ้าอยู่หัวภูมิพลอดุลยเดชฯ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรีได้ดำเนินการจัดการประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 1 ขึ้น ระหว่างวันที่ 19-20 กรกฎาคม 2550 ณ โรงแรมเอส. ดี. อเวนิว กรุงเทพมหานคร ซึ่งคณะกรรมการจัดการประชุม ได้รวบรวมบทความวิจัยและจัดทำวารสารฉบับพิเศษ เพื่อเผยแพร่ข้อมูลที่เป็นประโยชน์ สำหรับผู้ที่สนใจ หรือนักวิจัยที่สามารถนำไปใช้ทำวิจัยต่อยอดได้

คณะกรรมการจัดการประชุม ขอขอบคุณผู้ที่เข้าร่วมการประชุมและเสนอผลงานทั้งภาคบรรยาย และภาคโปสเตอร์ วิทยากรบรรยายพิเศษ ตลอดจนแขกผู้มีเกียรติและผู้สนับสนุนทุกท่าน ที่มีส่วนร่วมทำให้การประชุมวิชาการครั้งนี้สำเร็จลุล่วงด้วยดีทุกประการ

คณะกรรมการจัดการประชุมฯ
รศ. ดร. อรพิน เกิดชูชื่น
ผศ.ดร. ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย
ผศ.ดร. ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์
ผศ.ดร. อภิรดี อุทัยรัตนกิจ
ผศ.ดร. ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์
ดร. วาริช ศรีละออง

วารสาร ISSN 0125-0369

วิทยาศาสตร์เกษตร

AGRICULTURAL SCIENCE JOURNAL

ปีที่ 38 ฉบับที่ 6(พิเศษ) พฤศจิกายน–ธันวาคม 2550 Vol.38 No.6 (Suppl.) November-December 2007

การประชุมวิชาการและเสนอผลงานวิจัยพืชเขตร้อนและกึ่งร้อน ครั้งที่ 1

1 การเหนี่ยวนำเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอสในใบส้มที่มีแผลที่เวลาต่างกัน
ธัญญพจน์ นรสิทธิ์พิทักษ์ วสันณ์ เพชรรัตน์ และ วิจิตรา ลีละศุภกุล

6 การยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์และการชักนำการตายแบบอะพอพโตซิสของเรสเวออะทอลและกากองุ่นแดงต่อเซลล์มะเร็งท่อน้ำดีของคน
นภาพร แก้วดวงดี

11 การทดสอบคุณภาพของโอลิโกนิวคลิโอไทด์อเรย์ข้าว (NSF)
จิรภา เพชร์สม คิฮอง จุง, มารินา เกตุทัต-คาร์นส และ พาเมลา โรแนล

15 การพัฒนากระดาษจากเปลือกทุเรียนสองพันธุ์สำหรับการพิมพ์ระบบพ่นหมึก
นิทัศน์ ทิพยโสตนัยนา และ สุชปา เนตรประดิษฐ์

19 ความหลากหลายทางพันธุกรรมของยางพารา (Hevea brasiliensis Muell. Arg.) สิบสามสายพันธุ์ในประเทศไทย
ยศินทร์ กิติจันทโรภาส และ ปรียา พวงสำลี หวังสมนึก

25 การประเมินปริมาตรไม้ยางพาราโดยวิธีประมวลผลภาพดิจิตอล
ระวี เจียรวิภา และ สมยศ จิรสถิตสิน

29 ผลการยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิง 5 ชนิดต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ Aspergillus flavus
บัณฑิต คันธา ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพินเกิดชูชื่น

33 การศึกษาชนิดพืชที่ทนต่อมลภาวะทางอากาศ (ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์) จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย
ปิยะรัตน์ ปัทม์แก้ว อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

37 การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์ของมะขามหวาน 5 พันธุ์
กวิศร์ วานิชกุล และ สุรีวรรณ สุคนธรส

41 การศึกษาการเจริญเติบโตของตะไคร้หอม 4 แหล่งพันธุ์
ศานิต สวัสดิกาญจน์ และ วิมลพรรณ รุ่งพรหม

46 สมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอชของสารสกัดจากเมล็ดมะละกอพันธุ์แขกดำ
สุกัญญา ขันติมงคล และ อรสา สุริยาพันธ์

50 ประสิทธิภาพของสารสกัดพลูในการยับยั้งเชื้อรา Aspergillus flavus
ปิยะวดี เจริญวัฒนา

54 การสกัดสารจากพืชสมุนไพรเพื่อยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในอาหาร
สุภาพร พงษ์มณี และ กัญญาญาภัค สนามพล

58 การวิเคราะห์สารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อรา
ขวัญฤทัย คล้ายมุข อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ ภัทรานิษฐ์ ตรีเพ็ชร์

62 การศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาต่อความแปรปรวนทางพันธุกรรมของเมล็ดผักกาดเขียวปลี
นวลจันทร์ ภูคลัง ทักษอร บุญชู และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย

66 ประสิทธิภาพของสารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานต่อการควบคุมหนอนกระทู้หอม
ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อรพิน เกิดชูชื่น ขวัญฤทัย คล้ายมุข และ ภัทรานิษฐ์ ตรีเพ็ชร์

70 กิจกรรมการต้านเชื้อราสาเหตุโรคพืชของเครื่องเทศบางชนิด
เนตรนภิส เขียวขำ สมศิริ แสงโชติ และ Harald Greger

75 ความเป็นพิษของสารสกัดหางไหลแดง Derris elliptica Benth ต่อไรศัตรูพืช Tetranychus truncatus Ehara
ปทุมวดี วงศ์ทอง และ สุภาณี พิมพ์สมาน

79 การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตแบคคิวโลไวรัสจากเซลล์แมลงในถังหมักเพื่อใช้ปราบแมลงศัตรูพืช
ปัทมาพร เพชรประกอบ เพ็ญจันทร์ เมฆวิจิตรแสง แสงชัย เอกประทุมชัย ไวรุจน์ เดชมหิทธิ์กุล และ กนกวรรณ พุ่มพุทรา

83 อิทธิพลของกรดอะซิติก ซิตริก แลคติก และมาลิกต่อคุณสมบัติทางกลของฟิล์มที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้าผสมไคโตแซน
กนกกร ศรีอนันต์ อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป

87 การออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนส่งพลับสด
ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป โอฬาร ตัณฑวิรุฬห์ วีระศรี เมฆตรง บุษกร ประดิษฐนิยกูล, สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง และ สักขี แสนสุภา

91 ผลของการใช้น้ำตาลทรายและเกลือต่อการถ่ายเทมวลสารระหว่างวิธีออสโมซิสแตงไทย
วรัญญา ค้ำชู และ วิชมณี ยืนยงพุทธกาล

95 กระบวนการผลิตคาราเมลเพื่อให้ได้คาราเมลชนิดที่ 4 ที่มีคุณสมบัติเหมาะสม
เสาวลักษณ์ วิเศษศรี และ วรนุช ศรีเจษฎารักษ์

99 การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดินในระบบเกษตรอินทรีย์
ศศิกานต์ เกิดแสงสุริยงค์ อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

103 ผลของกระบวนการแช่และกระบวนการงอกของข้าวกล้อง (หอมมะลิ 105) ต่อปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวเทอริกเอซิดในข้าวกล้องงอก
จารุรัตน์ สันเต วรนุช ศรีเจษฎารักษ์ และ รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย

107 การพัฒนาอัตราส่วนของส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ผงน้ำนมข้าวโพดอัดเม็ดเพื่อการเสริมคุณค่าทางอาหาร
อัจฉรา ศรีกุศลานุกูล ปกขวัญ หุตางกูร และ เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์

111 ผลของการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีออสโมซิสต่อคุณภาพของแตงไทยแช่แข็ง
วรัญญา ค้ำชู และ วิชมณี ยืนยงพุทธกาล

115 การถ่ายเทมวลสารระหว่างการทำแห้งด้วยวิธีการออสโมซิสมะเขือเทศโดยใช้น้ำตาลซูโครส ซอร์บิทอล และมอลทิทอล
ศรีวิกรณ์ ดิษฐอุดมโพธิ์ และ ชลธิชา ปิตตาระเต

119 การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวโพดเสริมแคลเซียมสูงจากงา
บุษรินทร์ ยิ่งแจ่มศิริ เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์ และ ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์

123 การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม
พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์ รัชนก บุญเลิศ และ อรุษา เชาวนลิขิต

127 การอบแห้งเผือกแผ่นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน
จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์ และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์

131 การทำแห้งน้ำสับปะรดด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย
สโรบล สโรชวิกสิต ชัยรัตน์ ตั้งดวงดี และ สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา

135 ผลของการอบแห้งแบบขั้นตอนเดียวและสองขั้นตอนต่อคุณภาพของใบมะกรูดและตะไคร้
พรพิมล เทพบรรทม และ สิริมา ชินสาร

139 ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อสมบัติการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของหัวหอมใหญ่อบแห้ง
ชาตรี เอี้ยพิณ และ ภาราได แจ่มจำรูญ

143 การสกัดและการวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสของโอลีโอเรซินจากหอมหัวใหญ่ (Allium cepa L.)
อมรรัตน์ ตั้งสกุล ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์1 และ อรพิน เกิดชูชื่น

147 อิทธิพลของพืชอาหารสัตว์ต่อกลิ่นของน้ำนมแพะ
ทิพสุคนธ์ บุญรอด อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์

151 การสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลี
ศานิต สวัสดิกาญจน์

156 การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของผลฝรั่งพันธุ์เย็นสอง
กวิศร์ วานิชกุล และ เสาวคนธ์ มูลศาสตร์

160 อิทธิพลของสารเคลือบต่อการยับยั้งการเกิด browning ในลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์
ศศิกานต์ เกิดแสงสุริยงค์ กนกกร ศรีอนันต์ ทิพสุคนธ์ บุญรอด วรัญญา วรรณคุณ อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

164 ผลของช่องว่างเหนืออาหารและสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์
อมรรัตน์ วัฒนล้ำเลิศ พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์ และ พัชทรา มณีสินธุ์

169 ผลของพีเอช อุณหภูมิ และเวลาการแช่ข้าวต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก
วัฒนา วัชรอาภาไพบูลย ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อรพิน เกิดชูชื่น และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย

173 การสะสมโลหะหนักในผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย
อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ ศิริอร แก้วโบราณ

177 ความสัมพันธ์ของพืชอาหารสัตว์ต่อคุณค่าทางอาหารของน้ำนมแพะ
ทิพสุคนธ์ บุญรอด อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์

181 องค์ประกอบของน้ำมันระเหยจากทำมัง (Litsea petiotala)
ณภัทร พิมพ์ผะกา ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น

185 การเปลี่ยนแปลงของ oil gland ในระหว่างการเกิดอาการสะท้านหนาวในใบโหระพา
ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ และ วาริช ศรีละออง

189 ผลของการตัดแต่งช่อดอกและการไว้ช่อผลต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของลองกอง (Aglaia dookkoo Griff.)
ทรงเมท สังข์น้อย และ มงคล แซ่หลิม

193 ผลของสารไคโตซานต่อการงอกของเมล็ดแพงพวยลูกผสม
บัณฑิตา ยงค์ วัชรา ทะมะละ และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ

197 การใช้สารไคโตซานในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นเทียนฝรั่ง
กุลนาถ อบสุวรรณ และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ

200 ผลของสารไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง
อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และ กุลนาถ อบสุวรรณ

204 ผลของการแช่น้ำอุ่นที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าบวบเหลี่ยม
ภาณุมาศ ฤทธิไชย และ ปิยดา บูลการ

208 ฟิล์มบริโภคได้จากผงบุกและการประยุกต์ใช้เป็นสารเคลือบผิวชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์
ชูสิทธิ์ หงษ์กุลทรัพย์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล

212 ผลของขนาดเมล็ดพันธุ์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วหรั่ง
วิชัย หวังวโรดม จิระ สุวรรณประเสริฐ และ นงนุช วงศ์สินชวน

215 การเร่งการงอกของเมล็ดหมากแดง
วิชัย หวังวโรดม นงนุช วงศ์สินชวน มนูญ ศิรินุพงษ์ และ สุจริต ส่วนไพโรจน์

218 ความงอกของเมล็ดหมากแดงที่ผ่านการเก็บรักษาในสภาพต่างกัน
วิชัย หวังวโรดม นงนุช วงศ์สินชวน มนูญ ศิรินุพงษ์ และ สุจริต ส่วนไพโรจน์

222 ผลของยูเรียและโพแทสเซียมไนเตรทต่อการเติบโตของต้นกล้ากล้วยนมสาวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ
กวิศร์ วานิชกุล และ กฤษณา มงคลพุทธรักษา

226 ผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพการเก็บรักษาขิงที่อุณหภูมิต่ำ
จรัญญา พงโศธร ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ

230 ผลของ Methyl jasmonate ต่อการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าของมะละกอภายหลังการเก็บเกี่ยว
นริษรา โสมณวัตร์ และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์

235 ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อหนอนเจาะเมล็ดทุเรียน (Mudaria luteileprosa Holloway)
สุชาดา เสกสรรค์วิริยะ วณิช ลิ่มโอภาสมณี สาธิต วงษ์ชีรี ประพนธ์ ปราณโสภณ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์ และบุญญา สุดาทิศ

239 คุณภาพ และสีผิวของผลแก้วมังกรที่เปลี่ยนแปลงจากการฉายรังสีแกมมา
อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย อภิรดี อุทัยรัตนกิจ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ วณิช ลิ่มโอภาสมณี สุชาดา เสกสรรวิริยะ ประพนธ์ ปราณโสภณ และ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์

243 ผลของรังสีแกมมาต่อคุณภาพทุเรียนเพื่อการส่งออก
เสาวพงศ์ เจริญ สุรศักดิ์ สัจจบุตร จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ วณิช ลิ่มโอภาสมณี และ สุชาดา เสกสรรค์วิริยะ

247 อิทธิพลของรังสีแกมม่าต่อปริมาณ carotenoids, vitamin C และ total phenol ในผลแก้วมังกร
อรพิน เกิดชูชื่น ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ วณิช ลิ่มโอภาสมณี สุชาดา เสกสรรวิริยะ ประพนธ์ ปราณโสภณ และ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์

251 อิทธิพลของ combined treatment ต่อปริมาณ carotenoids, vitamin C และ phenols ในผลแก้วมังกรฉายรังสีในระหว่างการเก็บรักษา
ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ อรพิน เกิดชูชื่น ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ วณิช ลิ่มโอภาสมณี สุชาดา เสกสรรวิริยะ ประพนธ์ ปราณโสภณ และ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์

255 ผลของระยะเวลาในการรม 1-MCP ต่ออายุการปักแจกันของกล้วยไม้ลูกผสมพันธุ์ Mokara Jairak Gold
ศิริพิมล หงษ์เหม อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และ กุลนาถ อบสุวรรณ

259 คุณลักษณะทางเคมีของเอนไซม์-โปรตีนไฮโดรไลเซทกากถั่วเขียวที่ย่อยสลายด้วยโบรมิเลน
ณัฐวุฒิ ส่งแสง ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ กนก รัตนะกนกชัย

263 ผลของความเข้มข้น 1-MCP ต่ออายุการใช้งานของดอกกล้วยไม้หวายลูกผสมสายพันธุ์อรุณไวท์
กุลนาถ อบสุวรรณ สุภาพร สังข์งาม และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ

267 อิทธิพลของพืชพื้นบ้านบดผง 10 ชนิดต่อการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด (Sitophilus zeamais)
วรัญญา วรรณคุณ อรพิน เกิดชูชื่น และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์

271 ผลของชนิดและปริมาณน้ำตาลต่อปริมาณจุลินทรีย์ของน้ำหมักลูกสมอไทย
สมหญิง แซ่โง้ว เยาวภา ไหวพริบ อนันต์ ทองทา และ ไชยวัฒน์ ไชยสุต

275 อิทธิพลของรังสีแกมมาต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแก้วมังกร
ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อรพิน เกิดชูชื่น ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย อภิรดี อุทัยรัตนกิจ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์ วณิช ลิ่มโอภาสมณี สุชาดา เสกสรรวิริยะ ประพนธ์ ปราณโสภณ และ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์

279 ผลของความเข้มข้นออกซิเจนต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของใบชาแปรรูปพันธุ์อัสสัมระหว่างเก็บรักษา
เอกชัย สินศรีอนันต์ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ สายลม สัมพันธ์เวชโสภา

283 การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวโดยการใช้ Ethephon
ลัดดาวัลย์ คำมะปะนา ทักษอร บุญชู1 และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย

287 อิทธิพลของสูตรอาหารเพาะเลี้ยงต่อการงอกของเมล็ดรองเท้านารีคางกบใต้ในสภาพปลอดเชื้อ
ทิวา รักนิ่ม อมรพันธ์ แก้วศรีนวล ปรีชา วิทยพันธุ์ และ จีรศักดิ์ แสงศรี

291 การคัดแยกและจำแนกเชื้อราทนร้อนที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสจากดิน
จาตุรงค์ จงจีน และ สุพรรนี อะโอกิ

295 การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 5 ชนิดต่อการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด
ศศธร สิงขรอาจ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ อรพิน เกิดชูชื่น และ พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์

299 สารยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชจากรากลำเจียก
วิมลพรรณ รุ่งพรหม และ สุปราณี แก้วกระจ่าง

303 การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นดอกรักภายหลังการตัดแต่งกิ่ง
กาญจนา เหลืองสุวาลัย ศิริชัย อริยานนท์ภิญโญ และ นิพนธ์ ทรัพย์ทิพย์

307 วิจัยและพัฒนาการผลิตข้าวอินทรีย์ในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี : การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นข้าวภายใต้การผลิตแบบเกษตรอินทรีย์และใช้สารเคมี
อรรจนา ด้วงแพง และ วัลยา อุตโรกุล

310 สภาวะขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของต้นกล้ายางพารา
ระวี เจียรวิภา อิบรอเฮม ยีดำ และ พิมพ์ภิลา ศุภเจริญกูล

314 ผลของการให้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์และสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของต้นกล้ายางพารา
ระวี เจียรวิภา อิบรอเฮม ยีดำ และ วัชรีพร นาคทุ่งเตา

318 อัตราการเติบโตและการให้ผลผลิตของมันฝรั่งในระบบการปลูกพืชที่มีข้าวเป็นพืชหลัก
ไกรสีห์ พิสิษฐ์กุล

322 การตอบสนองของข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในสภาวะขาดน้ำ
อรพิน เกิดชูชื่น ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อุบลรัตน์ กล่ำศรี

326 ผลของการอบแห้งแบบสองขั้นตอนและอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105
อีนดา แวดาลอ ละมุล วิเศษ และ ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล

331 การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความดันสูงในการควบคุมแมลงในข้าวสาร
พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์ อิมราน อาหมัด และ อรรถพล นุ่มหอม

335 ผลของการใช้กระบวนการไมโครเวฟก่อนการอบด้วยลมร้อนต่อคุณภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกล้วยอบแห้ง
กิตินันท์ รัตนพิทักษ์กุล และ วารินทร์ พิมพา

339 สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากราเอนโดไฟท์ของพืชในวงศ์ Stemonaceae ในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในพืช
ชัยวัฒน์ บุญมากาศ อัมพร ศุภตระกูล และทวีรัตน์ วิจิตรสุนทรกุล

344 ดัชนีชื่อผู้แต่ง

347 ดัชนีคำสำคัญ

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน
(ฉบับปกติ)

วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (Agriculture Science Journal) ของสมาคมวิทยาศาสตร์การเกษตรแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ได้เปลี่ยนชื่อจากข่าวสารวิทยาศาสตร์การเกษตร (Asst Newsletter) ตั้งแต่ฉบับที่ 1 ปีที่ 30 (มกราคม 2540) มีวัตถุประสงค์เพื่อพิมพ์เผยแพร่เรื่องที่น่าสนใจในวงการวิทยาศาสตร์การเกษตร ซึ่งสมาชิกได้จัดส่งมาลงพิมพ์

เรื่องที่ผู้เขียนจะส่งมาลงพิมพ์ในวารสารวิทยาศาสตร์เกษตรครอบคลุม :

1. **งานวิจัย** (Technical Paper) เป็นเอกสารวิทยาการเพื่อเสนอผลงานวิจัยในด้านวิทยาศาสตร์การเกษตร

2. **บทความ** (Articles) เป็นเอกสารวิทยาศาสตร์ที่รวบรวมข้อมูล ความคิดเห็นและประสบการณ์เกี่ยวกับวิทยาศาสตร์การเกษตร

3. **จดหมาย** (Letters) เป็นจดหมายถึงกองบรรณาธิการเพื่อเสนอความคิดเห็นสนับสนุน หรือโต้แย้งความคิดเห็นของนักวิจัยอื่นๆ ตลอดจนความรู้และประสบการณ์ที่น่าสนใจ

การเตรียมต้นฉบับ

1. **ต้นฉบับ** ควรพิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์โดยใช้โปรแกรมไมโครซอฟต์เวิรด์ (Microsoft Word) แล้วส่งต้นฉบับ จำนวน 4 ชุด พร้อมด้วยดิสก์เก็ต ถ้าพิมพ์ดีดธรรมดา ให้เว้นบรรทัดห่าง และพิมพ์หน้าเดียวความยาว 25 บรรทัดต่อหน้า มีความยาวทั้งหมดไม่ควรเกิน 10 หน้า

2. **ชื่อเรื่อง** ควรจะกะทัดรัด ไม่ยาวเกินไป แต่อธิบายสาระของเรื่องได้ดีพอสมควร และควรกำหนดชื่อเรื่องอย่างย่อเพื่อใช้เป็นหัวเรื่อง (Running heads) ด้วย ควรมีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

3. **ชื่อผู้เขียน** เป็นชื่อเต็ม ใช้ทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ พร้อมทั้งสถานที่ทำงาน ระบุจังหวัดและรหัสไปรษณีย์ด้วย

4. **บทคัดย่อ** (Abstract) มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ซึ่งจะปรากฏนำหน้าตัวเรื่อง เป็นการสรุปสาระสำคัญของเรื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วัตถุประสงค์ วิธีการและผล ไม่ควรเกิน 200 คำ หรือ 3% ของตัวเรื่อง และให้ระบุคำสำคัญ (Keywords) เป็นภาษาอังกฤษท้าย abstract จำนวนไม่เกิน 5 คำไว้ด้วย

5. **เนื้อหา** (Text) สำหรับเรื่องประเภทงานวิจัย ควรประกอบด้วยหัวข้อ ดังต่อไปนี้

ก. คำนำ (introduction) เพื่อกล่าวถึงปัญหาและวัตถุประสงค์ และอาจรวมถึงการตรวจเอกสาร (Literature review)

ข. อุปกรณ์และวิธีการ (Materials and Methods) ควรประกอบด้วย

- คำอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยไม่ต้องระบุหมายเลขแยกเป็นข้อ
- คำอธิบายถึงวิธีการที่ใช้ทดลอง แต่ไม่จำเป็นต้องอธิบายวิธีการที่ถือว่าเป็นแบบฉบับ ซึ่งเป็นที่เข้าใจอันดีโดยทั่วไปอยู่แล้ว การเขียนอุปกรณ์และวิธีการให้เขียนเป็นส่วนเดียวกันไม่ต้องแยกหัวข้อ

ค. ผล (Results) เป็นการเสนอผลของการวิจัยแต่ไม่ควรอธิบายยืดยาว ถ้าเป็นไปได้ ควรควบคู่ไปกับการใช้ตารางกราฟ หรือภาพประกอบ ซึ่งกำกับด้วยคำอธิบายที่กะทัดรัด และเป็นอิสระกับเนื้อเรื่อง

ง. บทวิจารณ์ (Discussion) เป็นการวิจารณ์ผลการวิจัย (1) เพื่อให้คล้อยตามถึงความสัมพันธ์หรือหลักการที่มาจากผล (2) สนับสนุนหรือคัดค้านทฤษฎีที่มีผู้เสนอมาก่อน (3) เปรียบเทียบกับผลการวิจัยและการตีความหมายของผู้อื่น (4) สรุปสาระสำคัญและประจักษ์พยานของผลการวิจัย ผู้เขียนควรพยายามเน้นถึงปัญหาหรือข้อโต้แย้งในสาระสำคัญของเรื่องที่กำลังพูดถึง ตลอดจนข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคต และลู่ทางที่จะนำไปใช้ประโยชน์

จ. คำขอบคุณ (Ackowledgements) อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือให้งานวิจัย และการเตรียมเอกสารลุล่วงไปด้วยดี แต่มิได้เป็นผู้ร่วมงานด้วย

ฉ. เอกสารอ้างอิง (Literature cited) การอ้างอิงเอกสารในเนื้อเรื่องใช้ระบบชื่อและปี (name-year system) เช่น จินดา (2536) รายงานว่า... หรือ ...(จินดา, 2536) ในกรณีเป็นภาษาอังกฤษ หรือภาษาใดๆ ที่เขียนด้วยภาษาอังกฤษ ให้ใช้ชื่อสกุลเป็นภาษาอังกฤษทุกคน เช่น Murashige and Skoog (1962) หรือ (Murashige and Skoog,1962)

ในตอนรายการเอกสารอ้างอิง ซึ่งปรากฏอยู่ท้ายเรื่องให้เรียงอักษรตามชื่อตัว ชื่อสกุลของผู้แต่งคนแรก ถ้าเป็นคนไทย แต่ถ้าเป็นชาวต่างประเทศให้ใช้ชื่อสกุลขึ้นต้นและชื่อตัวโดยไม่ต้องใส่เลขที่ แสดงเฉพาะเอกสารที่

นำมาอ้างอิงในเนื้อเรื่องเท่านั้น ไม่ควรอ้างเอกสารใดๆ ที่ยังมิได้มีการจัดพิมพ์

สำหรับวารสาร (Periodicals) ควรเรียงลำดับ ดังนี้

ผู้แต่ง (ชื่อตัว ชื่อสกุล) ปี (พ.ศ.) ชื่อเรื่อง (ตามที่ปรากฏในวารสาร) ชื่อวารสาร (ใช้ชื่อย่อถ้ามี) ปีที่ : หน้า

ตัวอย่าง :

ศิวาพร ศิวเวช และสลักจิต สืบพงษ์ศิริ. 2536. ข้าวเกรียบข้าวฟ่าง. ว.วิทย.กษ.26 : 80-87.

Tekrony, D. M., D. B. Egli and A. D. Phillips. 1980. Effect of field weathering on the viability and vigor of soybean seeds. Agron. J.72 : 749-753.

สำหรับตำรา (Text books) ควรเรียงลำดับดังนี้

ผู้แต่ง (ชื่อตัว ชื่อสกุล) ปี (พ.ศ.) ชื่อหนังสือ สำนักพิมพ์ เมืองที่พิมพ์ หน้า

ตัวอย่าง :

ทักษิณา สวนานนท์. 2536. การใช้โปรแกรม Page Maker 4.0. พิมพ์ครั้งที่ 2. บ.ไฮเทค พริ้นติ้ง จก. กรุงเทพมหานคร. 346 น.

Villadsen, J. and M. L. Michelsen. 1978. Solution of Differential Equation Models by Polynomial Approximation. Prentice-Hall. New Jersey. 445p.

สำหรับเอกสารประกอบรายงาน (Reports and Proceedings)

ผู้แต่ง (ชื่อตัว ชื่อสกุล) ปี (พ.ศ.) ชื่อเรื่อง ชื่อรายงาน หรือการประชุม สถานที่ หน้า

ตัวอย่าง :

ธวัช ลวะเปารยะ. 2513. การผสมพันธุ์และปรับปรุงพันธุ์ข้าวโพดหวาน. รายงานความก้าวหน้า, โครงการวิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่าง. มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ. 42น.

Noda, K., L. Chaiwiratnukul, S. Kanjanajirawong and M. Teerawatsakul. 1985. Some biological characteristics of *Pennisetum* spp. in Thailand. Proc. the 10th Conf. of Asian-Pacific Weed Science Society, Bangkok, Thailand. p. 75-80.

Tongpan, S., T. Panayotou, S. Jetanavanich, K. Faichampa and C. Mehl. 1990. Deforestation and poverty : Can commercial and social forestry break the vicious circle? Research report No. 2. The 1990 TDRI Year-End Conference. Chon Buri, Thailand. 176p.

Thainugul, W. and S, Photiwattautum. 1988. Soil conservation under rubber in Thailand pp. 859-868. *In* S. Rimwanich (ed.). Proc. the 5th International Soil Conservation Conf. Vol 2. January 1988. Bangkok, Thailand.

6. **ภาพประกอบ** (Illustration)

ก. ภาพถ่าย ควรเป็นภาพขาว-ดำ สำหรับภาพสีถ้าจำเป็นจึงใช้ ขนาดภาพอย่างต่ำควรเป็น 9.0 x 13.5 ซม. หรือเท่าตัวจริงที่ปรากฏในหนังสือผิวเรียบ เขียนคำอธิบายแยกไว้ต่างหาก อย่าเขียนลงในภาพ อย่าหนีบด้วยคลิปหรือกลัดด้วยเข็มหมุด

ข. ภาพเขียน เขียนด้วยหมึกสีดำ จัดบนกระดาษอาร์ตหนาพอควร ควรเขียนตัวหนังสือด้วย Lettering guide หรือ Letter press

7. **การเขียนคำไทยเป็นภาษาอังกฤษอักษรโรมัน** ให้ใช้ระบบของราชบัณฑิตยสถาน

คำแนะนำสำหรับผู้เขียน
(ฉบับพิเศษ)

รายละเอียดและรูปแบบข้อกำหนดต่างๆ สำหรับเตรียมต้นฉบับต้องเป็นดังนี้

ต้นฉบับเรื่องเต็ม จำนวนไม่เกิน 4 หน้ากระดาษ ส่ง hard copy จำนวน 4 ชุด พร้อมดิสก์เก็ตหรือซีดี 1 แผ่น โดยพิมพ์ด้วยโปรแกรมไมโครซอฟต์เวิร์ด (Microsoft Word for Windows) เวอร์ชัน 97 หรือ 2000 หรือ xp โดยใช้รูปแบบฟอนต์เป็น Cordia New ทั้งฉบับ (ขนาดของตัวอักษรให้ดูในรายละเอียดของแต่ละหัวข้อ)

ขนาดกระดาษต้นฉบับ ใช้กระดาษขนาด A4 สีขาว พิมพ์แบบ Portrait โดยตั้งค่าหน้ากระดาษ (page setup) ส่วนระยะขอบ (Margins) ดังนี้ ด้านบน (Top) 1 นิ้ว ด้านล่าง (Bottom) 0.75 นิ้ว ด้านซ้าย (Left) 1 นิ้ว ด้านขวา (Right) 0.75 นิ้ว ขอบเย็บกระดาษ (Gutter) ไม่ต้องใส่ค่า Gutter หรือ 0 นิ้ว หัวกระดาษ (Header) 0.5 นิ้ว ท้ายกระดาษ (Footer) 0.5 นิ้ว

โดยมีลำดับดังนี้

ชื่อเรื่อง : อยู่ชิดขอบบนของหน้า มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (แยกกันคนละบรรทัด) ชื่อเรื่องแต่ละภาษามีความยาวไม่เกิน 2 บรรทัด แต่ให้อธิบายสาระของเรื่องได้ดี กำหนดให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 15 points พิมพ์ตัวหนา (bold) และจัดให้อยู่กึ่งกลางหน้ากระดาษ

ชื่อผู้เขียนและคณะ : เว้น 1 บรรทัดจากชื่อเรื่องภาษาอังกฤษ ให้ใช้ชื่อเต็ม มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ (แยกคนละบรรทัด) ให้ครบทุกคน และต้องใส่เชิงอรรถ (Footnote) (รายละเอียดเชิงอรรถให้ดูย่อหน้าถัดไป) เป็นแบบลำดับตัวเลข (ยกกำลัง) กำกับไว้ท้ายนามสกุลให้ครบทุกคน ชื่อผู้เขียนกำหนดให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 12 points พิมพ์ตัวหนา (bold) จัดชิดขอบขวาของหน้ากระดาษ

การแทรกเชิงอรรถ (Footnote) ให้ใช้แบบลำดับตัวเลขอัตโนมัติ (1, 2, 3, ...) โดยใช้ฟอนต์แบบ Cordia New ขนาด 10 points และจัดข้อความชิดขอบซ้ายของหน้ากระดาษ

บทคัดย่อ (Abstract) : มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษ โดยขึ้นด้วยบทคัดย่อภาษาอังกฤษก่อนแล้วจึงตามด้วยบทคัดย่อภาษาไทย โดยมีรายละเอียดดังนี้

คำว่า “Abstract” และ “บทคัดย่อ” ให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 14 points และพิมพ์ตัวหนา (Bold) จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

ส่วนเนื้อหาของตัวบทคัดย่อ ทั้งภาษาอังกฤษและภาษาไทย ให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 14 points บรรทัดแรกของย่อหน้าให้เยื้องมาทางขวา 0.5 นิ้ว และจัดข้อความในแต่ละย่อหน้าแบบข้อความชิดขอบ (Justified) บทคัดย่อเป็นการสรุปสาระสำคัญของเรื่อง โดยเฉพาะอย่างยิ่ง วัตถุประสงค์ วิธีการและผล ไม่ควรเกิน 300 คำ

เนื้อหา (Text) : ประกอบด้วยส่วนต่างๆ คือ คำนำ อุปกรณ์และวิธีการ ผล วิจารณ์ผล สรุป และเอกสารอ้างอิง ทุกส่วนให้ทำตามข้อกำหนดดังนี้คือ

เมื่อขึ้นส่วนเนื้อหน้าใหม่ ให้เว้น 1 บรรทัดเสมอ (ย่อหน้าต่างๆ ในส่วนเดียวกันไม่ต้องเว้นบรรทัด) โดย คำนำ อุปกรณ์และวิธีการ ผล วิจารณ์ผล สรุป และเอกสารอ้างอิง กำหนดให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 14 points พิมพ์ตัวหนา (Bold) จัดกึ่งกลางหน้ากระดาษ

ส่วนของเนื้อหาข้อความในแต่ละย่อหน้า กำหนดให้ใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 14 points บรรทัดแรกของแต่ละย่อหน้าให้เยื้องเข้ามาทางขวา 0.5 นิ้ว และจัดข้อความแต่ละย่อหน้าแบบข้อความชิดขอบ (Justified)

เนื้อหาส่วนต่างๆ ควรมีลักษณะดังต่อไปนี้

1. **คำนำ** (Introduction) : เพื่อกล่าวถึงปัญหา ที่มา วัตถุประสงค์การวิจัย และรวมถึงการตรวจเอกสาร (Literature review) ด้วย

2. **อุปกรณ์และวิธีการ** (Materials and Methods) : ควรประกอบด้วย คำอธิบายเกี่ยวกับเครื่องมือและอุปกรณ์ที่ใช้ในการทดลอง โดยไม่ต้องระบุหมายเลขแยกเป็นข้อ คำอธิบายถึงวิธีการที่ใช้ทดลอง การเขียนอุปกรณ์และวิธีการ ให้เขียนเป็นส่วนเดียวกันไม่ต้องแยกหัวข้อ

3. **ผล** (Results) : เป็นการเสนอผลของการวิจัย แต่ไม่ควรอธิบายยืดยาว ถ้าเป็นไปได้ ควรควบคู่ไปกับการใช้ตาราง กราฟ หรือภาพ ประกอบการอธิบาย คำอธิบายควรกะทัดรัด และเป็นอิสระกับเนื้อเรื่อง คำอธิบายและตัวอักษรต่างๆ ใน ตาราง กราฟ และภาพ ต้องเป็นภาษาอังกฤษเท่านั้น โดยใช้ฟอนต์ Cordia New ขนาด 14 points (หรือเล็กกว่า แต่ยังต้องสามารถอ่านได้อย่างชัดเจน)

4. **วิจารณ์ผล** (Discussion) : เป็นการวิจารณ์ผลการทดลองหรือการวิจัย โดยมีลักษณะดังต่อไปนี้

(1) เพื่อให้คล้อยตามถึงความสัมพันธ์หรือหลักการที่มาจากผล

(2) สนับสนุนหรือคัดค้านทฤษฎีที่มีผู้เสนอมาก่อน

(3) เปรียบเทียบกับผลการวิจัยและการตีความหมายของผู้อื่น

(4) ชี้ให้เห็นประเด็นที่เด่นหรือสำคัญของผลการวิจัย

ควรพยายามเน้นถึงปัญหาหรือข้อโต้แย้งในสาระสำคัญของเรื่องที่กำลังพูดถึง ตลอดจนข้อเสนอแนะเพื่อการวิจัยในอนาคตและลู่ทางที่จะนำไปใช้ประโยชน์

5. **สรุป** (Summary) : เป็นการย่อสาระสำคัญและประจักษ์พยานของผลการวิจัย

6. **คำขอบคุณ** (Acknowledgements) : อาจมีหรือไม่มีก็ได้ เป็นการแสดงความขอบคุณแก่ผู้ที่ช่วยเหลือให้งานวิจัยและการเตรียมเอกสารลุล่วงไปด้วยดี แต่มิได้เป็นผู้ร่วมทำงานวิจัยด้วย

7. **เอกสารอ้างอิง** (Literature cited) : ดูรายละเอียดในคำแนะนำสำหรับผู้เขียนฉบับปกติ

8. **ภาพประกอบ** (Illustration) : ดูรายละเอียดในคำแนะนำสำหรับผู้เขียนฉบับปกติและ

การแทรกภาพควรมีการจัดรูปแบบภาพ (Format picture) ดังนี้ รูปแบบ (Layout), ลักษณะการตัดคำ (Wrapping style), แบบข้างหลังข้อความ (Behind text)

9. **การเขียนคำไทยเป็นภาษาอังกฤษหรืออักษรโรมัน** : ให้ใช้ระบบของราชบัณฑิตยสถาน

การเหนี่ยวนำเอนไซม์เปอร์ออกซิเดสและฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอสในใบส้มที่มีแผลที่เวลาต่างกัน

Time Course Inductions of Peroxidase and Phenylalanine Ammonia-lyase Activities in Wounded Citrus Leaves

ธัญญพจน์ นรสิทธิ์พิทักษ์[1] วสัณณ์ เพชรรัตน์[2] และ วิจิตรา ลีละศุภกุล[1]

Norasitpitak, T.[1] , Petcharat, V.[2] and Leelasuphakul, W.[1]

Abstract

Peroxidase (POD) and phenylalanine-ammonia-lyase (PAL) activities were found to be higher in wounded citrus leaves than in normal leaves, confirming that these two enzymes were involved in a defense mechanism of plants. Further, infection by *Phytophthora parasitica* zoospores and treatment with elicitin, which is partially purified from *Phytophthora parasitica* using 90% saturated ammonium sulphate precipitation, in wounded citrus leaves also induced both POD and PAL activities, when compared to the control leaves. POD and PAL activities were higher in the two mechanically wounded (cutting and piercing) citrus leaves after zoospore infection than in elicitin treatments. Remarkedly, highest PAL activity was induced within 24 h and suddenly declined in 48 h in cutting citrus leaves. These results suggest that citrus leaves wounded by cutting may cause more damage to the plant tissues than piercing.

Keywords : citrus leaves, peroxidase, phenylalanine-ammonia-lyase, *Phytophthora parasitica*

บทคัดย่อ

แอคติวิตี้ของเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (POD) และฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส (PAL) ถูกตรวจพบในใบส้มที่ทำแผลสูงกว่าในชุดควบคุม เป็นการยืนยันว่าเอนไซม์ทั้งสองนี้เกี่ยวข้องกับกลไกการป้องกันตัวเองของพืชใบส้มที่เกิดบาดแผลและติดเชื้อ *Phytophthora parasitica* โดยการจุ่มในสารแขวนลอยซูโอสปอร์และในสารละลายอิลิซิตินที่ได้จากการทำบริสุทธิ์เพียงบางส่วนจากน้ำเลี้ยงเชื้อรา *P. parasitica* โดยการตกตะกอนด้วยเกลือแอมโมเนียมซัลเฟต 90% พบว่าเอนไซม์ทั้งสองถูกเหนี่ยวนำให้สูงขึ้นในใบส้มที่ทำให้เกิดแผลมากกว่าในใบส้มที่เป็นชุดควบคุม วิธีการทำแผลโดยการตัดมุมใบและเจาะใบและทำให้ติดเชื้อโดยจุ่มในสารแขวนลอยซูโอสปอร์พบว่าเอนไซม์ทั้งสองมีแอคติวิตี้สูงกว่าเมื่อจุ่มในสารละลายอิลิซิติน แอคติวิตี้ของเอนไซม์ POD ในใบส้มที่ตัดมุมพบว่าสูงกว่าชุดทดสอบที่เจาะรู ซึ่งตรงกันข้ามกับแอคติวิตี้ของ PAL ที่มีค่าสูงขึ้นมากที่สุดอย่างรวดเร็วใน 24 ชั่วโมง และต่ำลงอย่างชัดเจนภายใน 48 ชั่วโมงในใบส้มที่ตัดมุมอันเป็นผลมาจากใบส้มเกิดแผลจากการตัดมุมเนื้อเยื่อพืชเสียหายรุนแรงมากกว่าเมื่อเจาะใบ

คำสำคัญ : ใบส้ม เปอร์ออกซิเดส ฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส *Phytophthora parasitica*

คำนำ

Phytophthora spp. เป็นเชื้อราในกลุ่มโอโอไมซีส (Oomycetes) พบได้ทั้งในน้ำและในดิน ที่ก่อให้เกิดโรคต่างๆในพืชเศรษฐกิจได้หลายชนิด โดยส่วนมากจะก่อให้เกิดอาการรากเน่า และโรคเน่าคอดิน *P. parasitica* ที่ก่อให้เกิดโรคโคนเน่ารากเน่าของส้ม โรครากเน่าและยอดเน่าของสับปะรด โรคเน่าดำของกล้วยไม้ โรคเน่าของมะเขือยาว โรคเน่าในระดับดินและผลเน่าของมะเขือเทศ (Erwin และ Ribeiro, 1996, Xiao และคณะ, 2002) พืชที่เกิดการติดเชื้อแสดงปฏิกิริยาการตอบสนองออกมาในสองลักษณะคือ การแสดงอาการของโรค (compatible reaction) ซึ่งเกิดขึ้นเมื่อพืชพันธุ์อ่อนแอถูกรุกรานด้วยเชื้อก่อโรคที่รุนแรง และไม่แสดงอาการของโรค (incompatible reaction) เมื่อพืชพันธุ์ต้านทานถูกรุกรานด้วยเชื้อก่อโรคที่ไม่รุนแรง ถึงแม้ว่า

[1]ภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90112

[1]Department of Biochemistry, Faculty of Science, Prince of Songkla University, Songkhla 90112

[2]ภาควิชาการจัดการศัตรูพืช คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ สงขลา 90112

[2]Department of Pest Management, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Songkhla 90112

พืชพันธุ์ต้านทานไม่แสดงอาการเมื่อติดเชื้อแต่มีกลไกในการป้องกันตนเอง (defense mechanism) ที่เกิดขึ้นเพื่อต่อต้านเชื้อโรคที่เข้ามารุกราน ได้แก่ การสร้างลิกนิน (lignification) เพื่อเพิ่มความแข็งแรงให้กับเซลล์พืชและกั้นเชื้อโรคไม่ให้ลุกลามหรือแพร่กระจายออกไป การสังเคราะห์ pathogenesis-related proteins (PR-proteins) พบได้ในพืชมากขึ้นเพื่อต่อต้านและยับยั้งการรุกรานของเชื้อโรค หรือภายใต้สภาวะกดดันอื่นๆเช่น การเกิดบาดแผล (wounding) หรือจากสารเคมีบางชนิด (chemical treatment) *Phytophthora* spp. เกือบทุกสปีชีส์สามารถผลิตโปรตีนชนิดหนึ่งแล้วหลั่งออกมานอกเซลล์เรียกรวมว่าอิลิซิติน (elicitin) มีขนาดเล็กประกอบด้วยกรดอะมิโน 98 ตัว มีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 10 กิโลดาลตัน (kDa) (Ricci และคณะ, 1989) มีคุณสมบัติเป็นอิลิซิเตอร์ (elicitor) หรือสารที่สามารถกระตุ้นให้เกิดปฏิกิริยาตอบสนองในพืชและช่วยชักนำให้พืชเกิดความต้านทานต่อเชื้อก่อโรคได้ พบว่าอิลิซิตินสามารถชักนำให้เกิด Ca^{2+} fluxes medium alkalization การสร้าง reactive oxygen species (ROS) lipid peroxidation การสะสมของไฟโตอเล็กซิน การแสดงออกของ PR gene รวมถึงการเกิดการตายของเซลล์ มีรายงานว่าอิลิซิตินสามารถกระตุ้นให้เกิดกลไกการป้องกันตนเองแบบ systemic acquired resistance (SAR) ในระบบท่อลำเลียงของพืช ช่วยเพิ่มการต้านทานเชื้อก่อโรคในพืชได้แบบไม่จำเพาะเจาะจง (Baillieul และคณะ, 2003, Cordelier และคณะ, 2003, Keller และคณะ, 1996) PAL genes ในพืชถูกกระตุ้นให้แสดงออกได้โดยการทำให้เกิดแผล การลดอุณหภูมิ สภาวะเครียดอื่นๆ หรือการรุกรานของเชื้อก่อโรค เอนไซม์ PAL มีบทบาทสำคัญในกลไกการป้องกันตัวเองของพืชที่เกี่ยวข้องกับการเปลี่ยนสารในกลุ่ม phenylpropanoids ส่วนใหญ่แล้วแอคติวิตี้ของ PAL จะเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วเมื่อพืชพันธุ์อ่อนแอถูกรุกรานด้วยเชื้อก่อโรคที่รุนแรง เอนไซม์ POD ในพืชเป็นไกลโคโปรตีนที่มีฮีมมาเกาะแน่นด้วยพันธะโควาเลนต์ ทำหน้าที่เร่งปฏิกิริยาออกซิเดชั่นของสารต่างๆโดยใช้ H_2O_2 เป็นตัวรับอิเลคตรอน บทบาทของ POD ในกลไกป้องกันตัวของพืชเกี่ยวข้องกับปฏิกิริยาโพลีเมอไรซ์สารประกอบฟีนอลโดยใช้ hydroxy-cinnamyl alcohols เป็นสารตั้งต้น, การสร้างลิกนินและซูเบอริน (Gómez-Vásquez และคณะ, 2004) งานวิจัยครั้งนี้ศึกษาอิทธิพลของซูโอสปอร์และอิลิซิตินต่อการเหนี่ยวนำเอนไซม์ที่เกี่ยวข้องในการป้องกันตนเองของพืชสองชนิดคือเอนไซม์เปอร์ออกซิเดส (POD) และฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส (PAL) ในใบส้มที่มีแผล

อุปกรณ์และวิธีการ

เชื้อราสาเหตุโรคที่ใช้ทดลองได้มาจากศูนย์รวบรวมสายพันธุ์เชื้อราโรคพืช กรมวิชาการเกษตร บางเขน คือ *P. parasitica* สายพันธุ์ 572 ที่แยกได้จากต้นส้มเขียวหวานที่เป็นโรค เลี้ยงในอาหารวุ้น potato dextrose agar (PDA) แล้วนำมาขยายบนอาหารวุ้น V8 บ่มที่ 25 °ซ เตรียมซูโอสปอร์จากโคโลนีเชื้อราอายุ 7-10 วัน (ดัดแปลงจาก Prost และคณะ, 2005) เตรียมอิลิซิตินที่ทำให้บริสุทธิ์เพียงบางส่วนจากน้ำเลี้ยงเชื้อรา (ดัดแปลงมาจาก Wang และคณะ, 2003) ทดสอบฤทธิ์ของอิลิซิตินและสารแขวนลอยซูโอสปอร์กับใบส้มที่ทำให้เกิดแผลโดยตัดใบให้ขาด 4 ตำแหน่งต่อใบ แช่ใบส้มในบีกเกอร์ที่มีสารแขวนลอยซูโอสปอร์ 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นาน 1 ชั่วโมง และแช่ในบีกเกอร์ที่มีสารละลายอิลิซิติน 10 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ปริมาตร 100 มิลลิลิตร นาน 1 ชั่วโมง ชุดควบคุมใช้น้ำกลั่นเมื่อครบเวลาให้เรียงใบส้มในแต่ละชุดการทดลองในกล่องพลาสติกที่มีกระดาษกรองชุ่มน้ำรองอยู่เพื่อให้ความชื้น สังเกตรอยไหม้บนใบส้มทุกวันเป็นเวลา เก็บใบส้มมาสกัดเพื่อหาปริมาณโปรตีน (Bradford, 1976) และหาความว่องไวของเอนไซม์ POD (Ballester และคณะ, 2006) และ เอนไซม์ PAL (D'cuncha, 1996)

ผล

การเตรียมอิลิซิตินให้บริสุทธิ์เพียงบางส่วนจากน้ำเลี้ยงเชื้อรา *P. parasitica* ปริมาตร 1 ลิตร ที่ผ่านการตกตะกอนด้วยเกลือแอมโมเนียมซัลเฟตที่ความอิ่มตัว 90% แล้วละลายตะกอนกลับด้วยน้ำกลั่น กำจัดเกลือออกด้วยการผ่านคอลัมน์ PD-10 (Sigma) รวมหลอดที่มีค่า OD_{280} สูงแล้วไปตรวจสอบความบริสุทธิ์ด้วยการทำอิเลคโตโฟรีซิสแบบแปลงสภาพ (Tricine-SDS-PAGE) (Figure 1A ลูกศรชี้) พบแถบโปรตีนมีน้ำหนักโมเลกุลประมาณ 10 kDa เมื่อคำนวณกับน้ำหนักโมเลกุลของโปรตีนมาตรฐาน (Sigma) และ R_f เป็นแถบของโปรตีนอิลิซิตินที่เชื้อรา *P. parasitica* สร้างออกมาในน้ำเลี้ยงเชื้อ (Ricci และคณะ, 1989) แต่เป็นอิลิซิตินที่บริสุทธิ์เพียงบางส่วนเท่านั้นเพราะยังมีแถบโปรตีนอื่นปนอยู่ด้วย เมื่อนำอิลิซิตินที่ได้ (0.22 มิลลิกรัมต่อมิลลิลิตร) มาทดสอบฤทธิ์กับใบส้มที่ทำให้เกิดแผลและเปรียบเทียบกับใบส้มที่มีบาดแผลที่จุ่มในสารแขวนลอยซูโอสปอร์ พบว่าใบส้มที่ทำแผลด้วยวิธีเจาะรูและตัดมุมในชุดควบคุมตามลำดับ ดัง Figure 1B ในวงกลมของรูป a และ b ไม่พบรอยไหม้ ขณะที่ชุดทดลองที่ทำให้ติดเชื้อด้วยการจุ่มในสารแขวนลอยซูโอสปอร์นาน 4 วัน (c) เห็นรอยไหม้เกิดขึ้นเป็นบริเวณ

กว้าง ดังวงกลมในรูป ในชุดทดลองที่แช่ในสารละลายอิลิซิติน อาการที่แสดงไม่แตกต่างจากชุดควบคุม (ไม่ได้แสดงในรูป) แล้วจึงนำใบส้มทุกชุดทดสอบไปหาแอคติวิตี้ของเอนไซม์ POD และ PAL ที่ระยะเวลา 24 48 72 และ 96 ชั่วโมง

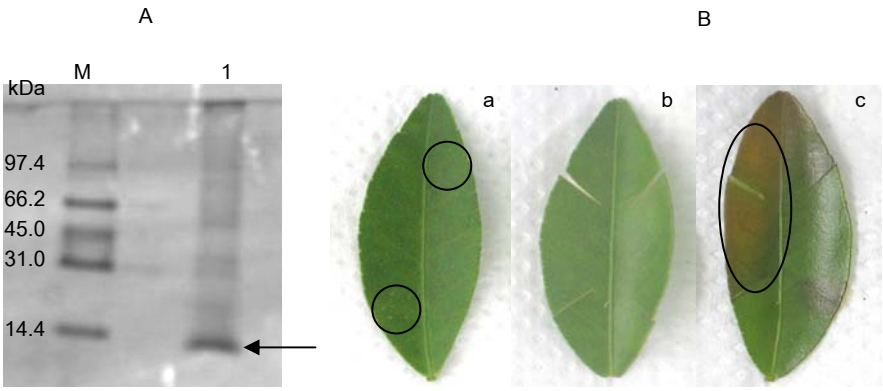


Figure 1 A โปรตีนอิลิซิตินที่ได้จากสารสกัดหยาบจากน้ำเลี้ยงเชื้อรา *P. parasitica* ที่แยกด้วย Tricine-SDS-PAGE บน 16.5% polyacrylamide gel ย้อมด้วย 0.02% Coomassie Brilliant Blue R-250 (ช่องที่ 1) และ standard protein markers (ช่อง M)

Figure 1 B ฤทธิ์ของอิลิซิตินและซูโอสปอร์ในใบส้มที่ทำแผล : ชุดควบคุม (a) ที่เจาะรูใบ (b) ที่ตัดมุมใบ (c) รอยไหม้ในใบส้มที่ตัดมุมแล้วแช่ในสารแขวนลอยซูโอสปอร์ (1 x 10^6 spores/ml)

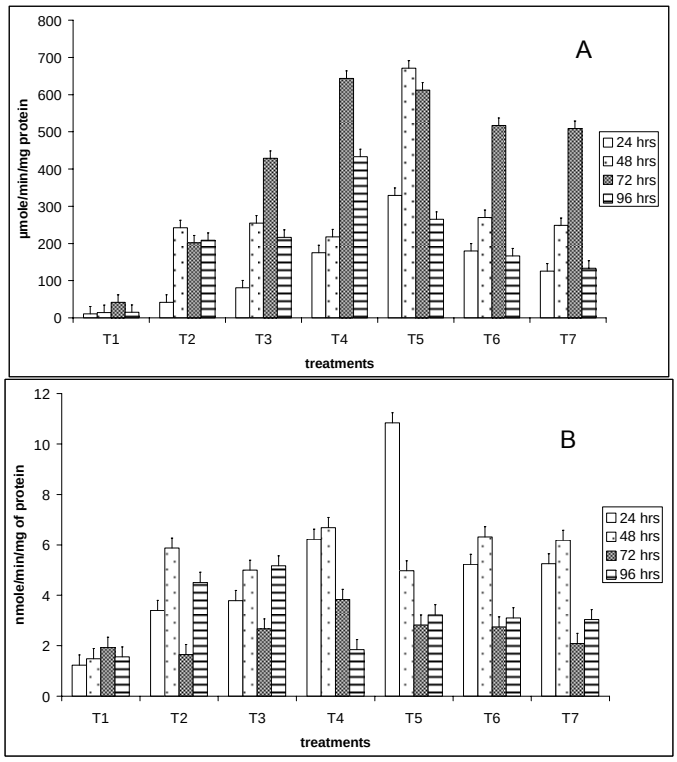


Figure 2 แอคติวิตี้ของเอนไซม์ POD (A) และ PAL (B) ในใบส้มแต่ละชุดการทดลองเป็นเวลา 4 วัน (T1 = ชุดควบคุม, T2 = เจาะใบ + น้ำกลั่น, T3 = ตัดมุม + น้ำกลั่น, T4 = เจาะใบ + ซูโอสปอร์, T5 = ตัดมุม + ซูโอสปอร์, T6 = เจาะใบ + อิลิซิติน, T7 = ตัดใบ + อิลิซิติน)

ในแต่ละชุดการทดลอง (Figure 2A) พบว่าแอคติวิตี้ของ POD สูงขึ้นอย่างต่อเนื่องตั้งแต่ 24 ชั่วโมงจนกระทั่งสูงสุดที่ 72 ชั่วโมง และลดลงอย่างมากที่เวลา 96 ชั่วโมง ยกเว้นชุดควบคุมที่ทำแผล (T2) ในชุดที่ทำแผลทั้งสองวิธีและติดเชื้อด้วยซูโอสปอร์ T4 ที่ 72 ชั่วโมง (T5 ที่ 48 ชั่วโมง) สามารถเหนี่ยวนำแอคติวิตี้ของ POD สูงขึ้นมากที่สุดซึ่งแตกต่างอย่างชัดเจนเมื่อ

เปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่ทำแผล (T2 และ T3) ในชุดที่ใช้สารละลายอิลิซิติน (T6 และ T7) มีค่าแอคติวิตี้ของ POD สูงรองลงมา แอคติวิตี้ของ PAL (Figure 2B) ถูกเหนี่ยวนำให้สูงขึ้นในทุกชุดทดสอบที่ทำแผล (T2-T7) โดยสูงสุดที่ 48 ชั่วโมง แต่ชุดทดสอบ T5 พบแอคติวิตี้ของ PAL สูงสุดที่ 24 ชั่วโมงเป็น 2.7 เท่าของชุดควบคุม (T3) แต่แอคติวิตี้ของ PAL กลับลดลงอย่างรวดเร็วใน 48 ชั่วโมง ในชุดทดสอบที่ทำแผล (T4, T5, T6 และ T7) ไม่พบความแตกต่างในแบบแผนการเหนี่ยวนำเอนไซม์ PAL เป็นที่น่าสังเกตว่าในชุดควบคุม T2 และ T3 หลังจากที่มีแอคติวิตี้สูงขึ้นที่ 48 ชั่วโมง ลดลงที่ 72 ชั่วโมง แต่กลับเพิ่มขึ้นอีกครั้งที่ 96 ชั่วโมง

วิจารณ์ผล

การทำให้เกิดแผลในใบส้มสามารถเหนี่ยวนำแอคติวิตี้ของเอนไซม์ POD และเอนไซม์ PALได้ในระยะเวลา 24-72 ชั่วโมงเช่นเดียวกับที่พบในใบยาสูบ (Bi และ Felton, 1995, Ruuhola และ Yang, 2006) เอนไซม์ PAL ในชุดที่ทำแผลตัดมุมแช่ในสารแขวนลอยซูโอสปอร์ถูกเหนี่ยวนำอย่างรวดเร็วและลดลง ขณะที่ชุดทดสอบที่ทำแผลและจุ่มสารต่างๆมีแอคติวิตี้สูงสุดใน 48 ชั่วโมง แสดงว่า PAL เป็นเอนไซม์ชนิดแรกที่พืชตอบสนองต่อความเครียดที่เกิดจากการทำแผลและกระตุ้นด้วยซูโอสปอร์ของเชื้อราก่อโรค ดังที่พบในเหตุการณ์ของใบข้าวสาลีที่ติดเชื้อ *Botrytis cinerea* (Mitchell และคณะ, 1994) เมื่อดูอาการแผลที่เกิดขึ้นในใบส้มที่ตัดมุมใบและแช่ในสารแขวนลอยซูโอสปอร์ พบว่ามีอาการรุนแรงมาก เซลล์ตายเป็นจำนวนมาก (necrosis) ทำให้การผลิต PAL ลดลง แต่ขณะเดียวกันก็สามารถกระตุ้น POD ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่ส่งสัญญาณจากการติดเชื้อหรือจากสารอิลิซิตินที่ได้จากเชื้อรานี้ ในเวลาถัดไปดังที่พบได้ในชุดการทดสอบที่ทำแผลและแช่ในสารแขวนลอยซูโอสปอร์และอิลิซิตินที่ 72 ชั่วโมง อิลิซิตินที่เตรียมได้จากน้ำเลี้ยงเชื้อรา *P. parasitica* น่าจะเป็นกลุ่มของ acidic parasiticein ในใบส้มที่จุ่ม เนื่องจากไม่เกิดอาการ necrosis ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ Bonnet *et al*. (1996) แต่มีการเหนี่ยวนำเอนไซม์ทั้ง POD และ PAL ในใบส้มที่ทำแผล ดังที่พบในใบยาสูบที่ทดสอบด้วยอิลิซิตินชนิดต่างๆจากเชื้อราในกลุ่ม *Phytophthora* (Keller และคณะ, 1996)

สรุปผล

อิลิซิตินที่เตรียมได้เป็น acidic parasiticein ใบส้มที่ทำให้เกิดแผลทั้งสองแบบเมื่อจุ่มในสารแขวนลอยซูโอสปอร์แสดงอาการรุนแรงต่างกัน ต่างจากการจุ่มในสารละลายอิลิซิตินที่ไม่พบอาการแตกต่างจากชุดควบคุม แอคติวิตี้ของ PAL ถูกเหนี่ยวนำได้เร็วกว่า POD ในใบส้มที่ทำแผล ซูโอสปอร์สามารถกระตุ้นแอคติวิตี้ของ POD และ PAL ได้สูงสุด รองลงมาคือชุดที่จุ่มในอิลิซิติน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ดร. สุชาติ วิจิตรานนท์ ผู้อำนวยการสถาบันวิจัยพืชสวน กรมวิชาการเกษตร กรุงเทพมหานคร ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อรา *P. parasitica* ขอขอบคุณบัณฑิตวิทยาลัย ม.สงขลานครินทร์ที่สนับสนุนทุนอุดหนุนวิจัยบัณฑิตศึกษาและขอบคุณภาควิชาชีวเคมี คณะวิทยาศาสตร์ ม.สงขลานครินทร์ ที่เอื้อเฟื้อสถานที่และเครื่องมือ

เอกสารอ้างอิง

Baillieul, F., de Ruffray, P., and Kauffmann, S., 2003, Molecular cloning and biological activity of alpha-, beta- and gamma-megaspermin, three elicitins secreted by *Phytophthora megasperma* H20, Plant Physiolology, 131: 155-166.

Ballester, A. R., Lafuente, M. T., and González, C. L., 2006, Spatial study of antioxidant enzymes, peroxidase and phenylalanine ammonia-lyase in the citrus fruit-*Penicillium digitatum* interaction, Postharvest Biology and Technology, 39(2): 115-124.

Bi, J. L., and Felton, G. W., 1995, Foliar oxidative stress and insect herbivory: primary compounds, secondary metabolites, and reactive oxygen species as components of induced resistance, Journal of Chemical Ecology, 21: 1511-1530.

Bonnet, P., Bourdon, E., Ponchet, M., Blein, J-P. and Ricci, P., 1996, Acquired resistance triggered by elicitins in tobacco and other plants, European Journal of Plant Physiology, 102: 181-192.

Bradford, M., 1976, A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding, Analytical Biochemistry, 72: 248-254.

Cordelier, S., de Ruffray, P., Fritig, B., and Kauffmann, S., 2003, Biological and molecular comparison between localized and systemic acquired resistance induced in tobacco by a *Phytophthora megasperma* glycoprotein elicitin, Plant Molecular Biology, 51: 109-118.

D'cuncha, G. B., Satyanaraan, V. and Nair, P. M., 1996, Stabilization of phenylalanine ammonia-lyase containing *Rhodotorula glutatinis* cells for the continuous synthesis of phenylalanine methyl ester, Enzyme Microbial Technology, 19: 421-427.

Erwin, D. C. and Ribeiro, O. K., 1996, Phytophthora Diseases Worldwide, APS Press, St. Paul, Minn.

GÓmez-Vásquez, R., Day, R., Buschmann, H., Randles, S., Beeching, J. R. and Cooper, R. M., 2004, Phenylpropanoids, phenylalanine ammonia lyase and peroxidases in elicitor-challenged cassava (*Manihot esculenta*) suspension cells and leaves, Annals of Botany, 94: 87-97.

Keller, H., Blein, J-P., Bonnet, P. and Ricci, P., 1996, Physiological and molecular characteristics of elicitin-induced systemic acquired resistance in tobacco, Plant Physiology, 110: 365-276.

Mitchell, J. H., Hall, J. L. and Barber, M. S., 1994, Elicitor-Induced cinnamyl alcohol dehydrogenase activity in lignifying wheat (*Triticum aestivum* L.) leaves, Plant physiology, 104: 551-556.

Prost, I., Dhondt, S., Rothe, G., Vincente, J., Rodriguez, M. J., Kift, N., Carbonne, F., Griffiths, G., Esquerré-Tugayé, M-T., Rosahl, S., Castresana, C., Hamberg, M. and Fournier, J., 2005, Evaluation of the antimicrobial activities of plant oxylipins supports their involvement in defense against pathogens, Plant Physiology, 139: 1902-1913.

Ricci, P., Bonnet, P., Huet, J. C., Sallantin, M., Beauvaus-Cante, F., Bruneteau, M., Billard, V., Michel, G., Pernollet, J. C., 1989, Structure and activity of proteins from pathogenic fungi Phytophthora eliciting necrosis and acquired resistance in tobacco, European Journal of Biochemistry, 183(3): 555-563.

Ruuhola, T. and Yang, S., 2006, Wound-induced oxidative responses in mountain birch leaves, Annals of Botany, 97(1): 29-37.

Wang, Y. C., Hu, D. W., Zhang, Z. G., Ma, Z. C., Zheng, X. B., and Li, D. B., 2003, Purification and immunocytolocalization of a novel *Phytophthora boehmeriae* protein inducing the hypersensitive response and systemic acquired resistance in tobacco and Chinese cabbage, Physiological Molecular. Plant Pathology, 63: 223-232.

Xiao, K., Kinkel, L. L. and Samac, D. A., 2002, Biological control of *Phytophthora* root rots on alfalfa and soybean with *Streptomyces*, Biological Control, 23: 285-195.

การยับยั้งการเพิ่มจำนวนเซลล์และการชักนำการตายแบบอะพอพโตซิส ของเรสเวออะทอลและกากองุ่นแดงต่อเซลล์มะเร็งท่อน้ำดีของคน

Antiproliferation and Apoptosis Induction of Resveratrol and Red Grape Pomace on Human Cholangiocarcinoma Cells

นภาพร แก้วดวงดี[1]

Kaewdoungdee, N.[1]

Abstract

Resveratrol and ethanolic grape pomace, the naturally occurring phenolic substances present in red grapes, have been recently proposed as a potential cancer chemopreventive and chemotherapeutic agent. In this study, the growth inhibitory activities of resveratrol and ethanolic grape pomace on normal human fibroblast (NHF) cell and two human cholangiocarcinoma (CCA) cell lines, including KKU-100 and KKU-M156 cells, were performed *in vitro* by using sulforhodamine B (SRB) assay. Resveratrol showed growth inhibitory activity against NHF, KKU-100, and KKU-M156 cells with IC_{50} values of 16.29 $\pm$ 2.69, 6.74 $\pm$ 0.21, and 7.98 $\pm$ 0.08 μg/ml, respectively. Ethanolic grape pomace also showed growth inhibitory activity against NHF, KKU-100, and KKU-M156 cells with IC_{50} values of 467.78 $\pm$ 3.50, 31.39 $\pm$ 0.60, and 443.35 $\pm$ 16.40 μg/ml, respectively. The antiproliferative effects of these substances were due to apoptosis, as seen by the appearance of membrane blebbing, chromatin condensation, and DNA fragmentation. These findings suggest that resveratrol and ethanolic grape pomace exerts anticancer effects on CCA cells by induction of apoptosis. More research on the application of these natural products in cancer treatment is warranted.

Keywords : apoptosis, resveratrol, cancer, grape pomace

บทคัดย่อ

สารเรสเวออะทอลและสารสกัดจากกากองุ่นเป็นสารประกอบฟีนอลิกที่พบในองุ่นแดงและในปัจจุบันใช้เป็นสารเคมีบำบัดมะเร็งและสารเคมีป้องกันมะเร็ง ในการศึกษาครั้งนี้ทำการศึกษาถึงผลของสารเรสเวออะทอลและสารสกัดจากกากองุ่นต่อคุณสมบัติการยับยั้งการเจริญของเซลล์ไฟโบรบลาสปกติ (NHF) และเซลล์มะเร็งท่อน้ำดีสองชนิด ได้แก่ KKU-100 และ KKU-M156 โดยวิธีการย้อมด้วยสี sulforhodamine B ในหลอดทดลอง ฤทธิ์ความเป็นพิษของสารเรสเวออะทอลสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ไฟโบรบลาสปกติและเซลล์มะเร็งท่อน้ำดี KKU-100 และ KKU-M156 ที่ระดับ IC50 เท่ากับ 16.29 + 2.69 6.74 + 0.21 และ 7.98 + 0.08 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ส่วนกากองุ่นสามารถยับยั้งการเจริญของเซลล์ไฟ โบรบลาสปกติและเซลล์มะเร็งท่อน้ำดี KKU-100 และ KKU-M156 ที่ระดับ IC50 เท่ากับ 467.78 + 3.50 31.39 + 0.60 และ 443.35 + 16.40 ไมโครกรัมต่อมิลลิลิตร ตามลำดับ ผลจากการยับยั้งการเจริญของสารสกัดจากกากองุ่น และสารเรส-เวออะทอลต่อการตายแบบอะพอพโตซิสของเซลล์มะเร็งจะมีผลต่อการโป่งบวมของเมมเบรน (membrane blebbing) การอัดแน่นของโครมาทิน (chromatin condensation) และการแตกหักของดีเอ็นเอ (DNA fragmentation) นอกจากนี้ยังพบว่าสารเรส-เวออะทอลและสารสกัดจากกากองุ่นมีคุณสมบัติเป็นสารต้านมะเร็งในท่อน้ำดี โดยก่อให้เกิดการตายแบบอะพอพโตซิสในการศึกษาต่อไปจึงควรเน้นสนับสนุนให้มีการใช้สารสกัดจากธรรมชาติมาทดลองกับเซลล์มะเร็งมากขึ้น

คำสำคัญ : อะพอพโตซิส เรสเวออะทอล มะเร็ง กากองุ่น

[1]โปรแกรมเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา

[1]Program Biotechnology, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya rajabhat University

Introduction

The use of synthetic antioxidants in food industry is severely restricted to both application and level. Several polyphenol compounds extracted from plants possess antioxidant activity, and the research on polyphenols occurring in plants has attracted considerable interest due to the numerous and health-beneficial effects, such as antimutagenic, anticarcinogenic, antiatherogenic, etc. One of the mian phytochemicals which is found in red grapes (Vitis vinifera) is trans-resveratrol. Trans-resveratrol also has anticancer activities by affecting cell signaling pathway, modulating transcription factors, gene induction, regulation of enzyme activities and protein interactions in several in vivo and in vitro study. Cholangiocarcinoma is the highest incident primary liver cancer in the Northeast of Thailand (Vatanasapt et al., 1993) and is still a major health problem of people in this area. Induce apoptosis is a major factor limiting the efficacy of common treatment for cancer: surgical treatment, chemotherapy and radiotherapy (Dive, 1997). The resistance of cholangiocarcinoma to chemotherapeutic agents is one of the serious problems in clinical situations. Therefore, the suppression of apoptosis may be a feature of tumor promotion by chemical carcinogens. There is not much data on the chemopreventive and therapeutic effects of grape promace especially those prepared from Zinfandel red grapes. In addition, to the best of the author's knowledge, no studies of cytotoxic acitivities of trans-resveratrol and grape products against human cholangiocarcinoma cells are conducted. In initial phase of the study, the total phenolic contents of the products of red grapes grown at Suranaree University of Technology (SUT) farm were determined. The last part of the study was to assess the cytotoxic and antiproliferative effects of trans-resveratrol and grape pomace on cancer cells.

Materials and Methods

Preparation of Zinfandel red grape extracts were performed at SUT. Total phenolic content (TPC) and alcohol percentage were determined by a modified Folin Ciocalteu's method (Swain and Hills, 1959; Matthaus, 2002). *In vitro* cytotoxicity studies, The normal human fibroblast, KKU-100 and KKU-m M-156 cells were cultured in RPMI 1640 medium supplemented with 10% heat-inactivated fetal bovine serum (FBS). All cell lines were maintained at 37°C in 5% CO_2 humidified incubator. The sulforhodamine B (SRB) assay was used in this study to indirectly determine cytotoxic effects of ethanolic grape pomace extract and trans-resveratrol by measuring at 490 nm using ELISA plate reader (Wallac Model 1420 Multilabel counter, michigan, USA). IC_{50} value was expressed as concentration of extract in microgram per milliliter that caused a 50% growth inhibition comparing with controls. Apoptosis assay was determined by the detection of nuclear morphology using DAPI staining as described by Hotz et al. (1992) with slight modification.

$$\text{\% cell viability} = \frac{\text{OD (test sample)} - \text{OD(medium)}}{\text{OD (DMSO control)} - \text{OD(medium)}} \times 100$$

Results

The determination of TPC content

The determination of TPC content from grape products was measured by Folin-Ciocalteau's phenol reagent as modified from the method of Matthaus (2002). The amount of TPC in ethanolic grape pomace extract (4,407.33±13.65 mg/L) was higher than red wine (3,613.00±15.13 mg/L) and juice (1,102.67±21.96 mg/L). They were significant differences ($p \leq 0.01$). The results were shown as in Figure 1.

In vitro Cytotoxicity studies

Cytotoxic effect of trans-resveratrol and ethanolic grape pomace on normal human fibroblast, KKU-100 and KKU-M-156 cell lines was measured by SRB assay. After exposure to trans-resveratrol and ethanolic grape pomace extract at various concentrations for 48 hours, markedly decreased cell viability in a dose-dependent

manner. Pronounced cytotoxic activity was observed on NHF, KKU-100 and KKU-m M-156 cells with IC_{50} values of 16.29 $\pm$ 2.69, 6.74 $\pm$ 0.21, and 7.98 $\pm$ 0.08 μg/ml, respectively. Ethanolic grape pomace also showed growth inhibitory activity against NHF, KKU-100, and KKU-M156 cells with IC_{50} values of 467.78 $\pm$ 3.50, 31.39 $\pm$ 0.60, and 443.35 $\pm$ 16.40 μg/ml, respectively.

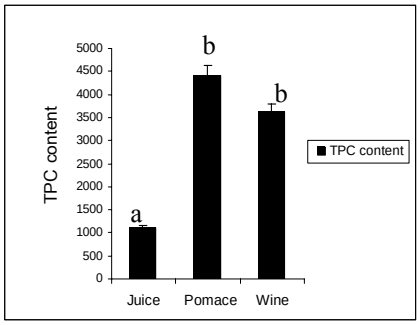


Figure 1 Comparison of TPC contents of Zinfandel grape products: juice, ethanolic grape pomace extract and wine expressed as mg/L GAE. All values are mean±S.D. Values with differing alphabets are significantly different from each other at $p \leq 0.01$.

Apoptosis assay

After exposure to trans-resveratrol and ethanolic grape pomace extract at various concentrations for 48 hours, both cell lines: KKU-100 and KKU-m M-156 led to retraction, rounding and some sensitive cells were detached from the surface. Membrane blebbing was observed under bright field microscope. Following DAPI staining, it was found that after treatment of KKU-100 and KKU-m M-156 cells with trans-resveratrol and ethanolic grape pomace extract, apoptotic cells could be clearly seen under fluorescent microscope. These apoptotic cells exhibited characteristic of nuclear morphological changes, including chromatin condensation, segmentation of nuclear chromatin of irregular size in treated cell. This was clear contrast to the spherical and regular form of control nuclei.

Discussion

Determination of TPC content in red grape products, the results were similar to those presented by Teissedre et al. (1997) who reported the variability in the levels of TPC ranged from 1,847 – 2,600 mg/L for red wine. Jang et al. (1997) reported about 50-100 μg of trans-resveratrol per gram in grape skin. This finding was similar to the result of Jeandet et al. (1991) and Okuda et al. (1977) who reported that trans-resveratrol, one of the important polyphenol, was found only in grape skin. Cytotoxic effects of trans-esveratrol and ethanolic grape pomace, the data exerted a greater cytotoxic effect on KKU-100 and KKU-M156 cells than normal human fibroblast. Joe et al. (2002) reported that there is limited information on the toxicity of resveratrol in experimental animals, and there are, apparently, no clinical toxicity data on the use of pure resveratrol in human. Clement et al. (1998) demonstrated that resveratrol is minimally toxic to human peripheral blood cells. The different susceptibility of these cell lines are likely due to the different in genetic background. The results in this study agree with several previous reports which showed the growth inhibitory activity of resveratrol in various human cancer cell lines including epidermoid carcinoma A 431 cells (Ahmad et al., 2001), human SW480 colorectal tumor cells (Delmas et al., 2002), melanoma cells (Niles et al., 2003), Seg-1 esophageal adenocarcinoma cells, MCF7 breast carcinoma cells, HL60 promyelocytic leukemia cells (Joe et al., 2002). These results supported our hypothesis that trans-resveratrol or ethanolic grape pomace extract could inhibit cancer cell growth or enhance the molecular mechanism of the chemopreventive effects on cancer. In addition, morphological characterization of treated cells

revealed that the mode of action of cell death induced by resveratrol or ethanolic grape pomace extract was mediated through apoptosis. Thus, chromatin condensation and nuclear fragmentation of treated cells were clearly evident. Cleavage of DNA at the internucleosomal linker sites yielding DNA fragments is regarded as a biochemical hallmark of apoptosis. Appearance of such fragments resulting in a ladder formation was evident when fragmented DNA free of genomic DNA was isolated from KU-100 and KKU-M156 cells treated with resveratrol or ethanolic grape pomace extract and subjected to agarose gel electrophoresis. The induction of apoptosis by trans-resveratrol is important because apoptosis is a physiological process that functions as an essential mechanism of tissue homeostasis and is regarded as the preferred way to eliminate unwanted cells.

Summary

This study demonstrates that the use of red grape products and trans-resveratrol possess anticancer and antiproliferative activities. The characterization of grape products is depended on the concentrations of total phenolic compound (TPC) contents and activities. The study also suggests that trans-resveratrol and ethanolic grape pomace extract exhibit the potent cytotoxic and apoptotic activities towards cancer cells. This study demonstrated that trans-resveratrol and ethanolic grape pomace extract exhibited cytotoxic effect on KKU-100 and KKU-M156 cell lines in a dose dependent manner. In addition, both compounds could induced apoptosis in KKU-100 and KKU-M156 cell lines. Therefore, trans-resveratrol and ethanolic grape pomace extract possess antiproliferative properties towards cancer cells and could be promising anticarcinogens. Further explanation in the development of both compounds as chemopreventive agents should be highly warranty.

Acknowledgements

This study was supported in part by grant from Bansomdejchaopraya Rajabhat University.

Literature cited

Ahmad, N., Adhami, V.M., Afaq, F., Feyes, D.K. and Mukhtar, H., 2001, Resveratrol causes WAF-1/p21-mediated G(1)-phase arrest of cell cycle and induction of apoptosis in human epidermoid carcinoma A431 cells, Clinical Cancer Research, 7: 1466-73.

Clement, M.V., Hirpara, J.L., Chawdhury, S.H. and Pervaiz, S., 1998, Chemopreventive agent resveratrol, a natural product derived from grapes, triggers CD95 signaling-dependent apoptosis in human tumor cells, Blood, 92: 996-1002.

Delmas, D., Jannin, B., Malki, M.C. and Latruffe, N., 2000, Inhibitory effect of resveratrol on the proliferation of human and rat hepatic derived cell lines, Oncology Reports, 7: 847-852.

Dive, C., 1997, Avoidance of apoptosis as a mechanism of drug resistance, Journal of Internal Medicine supplement, 740: 139-45.

Hotz, M.A., Traganos, F. and Darzynkiewicz, Z., 1992, Changes in nuclear chromatin related to apoptosis or necrosis induced by the DNA topoisomerase II inhibitor fostriecin in MOLT-4 and HL-60 cells are revealed by altered DNA sensitivity to denaturation, Experimental Cell Research, 201: 184-91.

Jang, M., Cai, L., Udeani, G.O., Slowing, K.V., Thomas, C.F., Beecher, C.W., Fong, H. H. S., Farnsworth, N. R., Kinghorn, A. D., Mehta, R. G., Moon, R. C., Pezzuto, J.M., 1997, Cancer chemopreventive activity of resveratrol, a natural product derived from grapes, Science, 275: 218-20.

Jeandet, P., Bessis, R. and Gantheron, B., 1991, The production of resveratrol (3,5,4'-trihydroxystilbene) by grape berries in different developmental stages, American Journal of Enology and Viticulture, 42: 41-6.

Joe, A.K., Liu, H., Suzui, M., Vural, M.E., Xiao, D. and Weinstein, I.B., 2002, Resveratrol induces growth inhibition, S-phase arrest, apoptosis, and changes in biomarker expression in several human cancer cell lines, Clinical Cancer Research, 8: 893-903.

Matthaus, B., 2002, Antioxidant activity of extracts obtained from residues of different oilseeds, Journal Agricultural Food Chemistry, 50: 3444-52.

Niles, R. M., McFarland, M., Weimer, M. B., Redkar, A., Fu, Y. M. and Meadows, G. G., 2003, Resveratrol is a potent inducer of apoptosis in human melanoma cells, Cancer Letters, 190: 157-63.

Okuda, K., Kubo, Y., Okasaki, N., Arishima T, Hashimoto M., 1977, Clinical aspects of intrahepatic bile duct carcinoma including hilar carcinoma, A study of 57 autopsy-proven cases, Cancer, 39:232-46.

Swain, T. and Hills, W. E., 1959, The phenolics contents of *Prunus domestica* I. The quantitative analysis of phenolics constituents, Journal Science Food Agriculture, 10: 63-8.

Teissedre, P. L., Waterhouse, A. L., Walzem, R. L., German, J. B., Frankel, E. N., Ebeler, S. E., Clifford, A. J., 1997, Composes phenoliques du raisin et du vin et sante, Bulletin de l'OIV, 69: 252-97.

Vatanasapt, V., Kosuwon, W. and Pengsa, P., 1993, Unit cost analysis in a university hospital: an example from Srinagarind Hospital, Khon Kaen, Journal Medical Association Thai, 76: 647-53.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 11-14 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 11-14 (2550)

การทดสอบคุณภาพของโอลิโกนิวคลิโอไทด์อเรย์ข้าว (NSF)

Quality assessment of NSF Rice Oligonucleotide Array

จิรภา เพชร์สม[1] คิฮอง จุง[2] มารินา เกตุทัต-คาร์นส์[1] พาเมลา โรแนล[2]
Phetsom, J.[1], Jung, K.[2], Ketudat-Cairns, M.[1], Ronald, P.[2]

Abstract

Microarray technique can be used to monitor the expression level of thousand of genes in a single experiment. The National Science Foundation (NSF) supported the rice (*Oryza sativa* ssp. *japonica*) oligonucleotide array project to produce two rice array platforms, with approximate sized of 20 K and 45 K spots. The synthetic oligonucleotides of 50-70-mer were spotted on in glass slides. The arrays supported the comparative experiment by comparing two samples with two labeling colors in a single array. The experiment was designed to validate the 20 K and 45 K array qualities by the elucidating the differential expressed genes in treated rice leave in light and dark growing conditions. The analysis was performed to assess the array qualities using Bioconductor package LMGene (http://www.bioconductor.org). The array qualities were found to be reproducible among biological samples, and sensitivity is high with minimal background. The statistical analysis was performed in R software and the differential expressed genes were investigated with the criterion 0.1% false discovery rate (FDR) and confirmed with reverse transcriptase PCR. The confirmed genes showed clearly different pattern between light and dark samples.

Keywords : rice, oligonucleotide array, microarray

บทคัดย่อ

เทคนิคไมโครอเรย์สามารถนำมาใช้ในการศึกษาระดับความแตกต่างของการแสดงออกของยีนหลายชนิดได้ในการทดลองเดียว สถาบันเอ็นเอสเอฟได้ทำการสนับสนุนโครงการผลิตโอลิโกนิวคลิโอไทด์อเรย์ของข้าวสายพันธุ์ Japonica ขึ้นมาสองชุด โดยเป็นสาย oligonucleotide ที่มีความยาว ขนาด 50-70 โอลิโกนิวคลิโอไทด์ประมาณ 2 หมื่น (20 K) และ 4 หมื่นห้าพัน (45 K) โอลิโกนิวคลิโอไทด์บนสไลด์แก้ว โดยอเรย์ทั้งสองชุดสามารถใช้ในการศึกษาตัวอย่างสองชนิด ด้วยสีย้อมสองสีเพื่อเปรียบเทียบตัวอย่างแต่ละชนิด โดยการใช้เพียงหนึ่งอเรย์ การทดลองถูกออกแบบมาเพื่อตรวจสอบคุณภาพของอเรย์ทั้งสองขนาด โดยการจำแนกกลุ่มยีนที่มีระดับการแสดงออกที่แตกต่างของตัวอย่างใบข้าวที่ทำการเพาะปลูกในสภาวะแสงปกติและไร้แสง ซึ่งข้อมูลของอเรย์ถูกนำมาวิเคราะห์คุณภาพ โดยโปรแกรมคอมพิวเตอร์ Bioconductor package LMGene (http://www.bioconductor.org) ผลการวิเคราะห์พบว่าข้อมูลมีความคล้ายกันในกลุ่มตัวอย่างเดียวกันและแตกต่างกันในกลุ่มตัวอย่างต่างกัน โอลิโกนิวคลิโอไทด์ตัวติดตามจำเพาะ มีความไวตรวจจับด้วยการรบกวนของพื้นหลัง ในระดับต่ำ การวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติโดยโปรแกรม R ได้ถูกนำมาใช้คัดเลือกยีนที่มีระดับการแสดงออกที่แตกต่างกัน ระหว่างตัวอย่างใบข้าวที่ได้จากการปลูกในที่มีแสงและไม่มีแสง โดยอาศัยค่า 0.1% FDR และยืนยันผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค RT-PCR พบว่ายีนที่คัดเลือกมามีการแสดงออกแตกต่างอย่างชัดเจนระหว่างตัวอย่างที่ปลูกในสภาวะแสงปกติและไร้แสง

คำสำคัญ : ข้าว โอลิโกนิวคลิโอไทด์อเรย์ ไมโครอเรย์

Introduction

The DNA microarray is a collection of large number of various probes arranged on the based surface. The specific genes are identified by using the specific segment of nucleic acid (Bednar, 2000). The microarray technique has benefit to monitor the transcriptional profiles of ten of thousand genes in simultaneously (Lockhart

[1]สาขาวิชาเทคโนโลยีชีวภาพ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีสุรนารี 111 ถ.มหาวิทยาลัย ต.สุรนารี อ.เมือง จ.นครราชสีมา 30000
[1] School of Biotechnology, Suranaree University of Technology, 111 Tumbon suranaree., Ampur meung, Nakhonratchasrima 30000, Thailand
[2] Department of Plant Pathology, University of California Davis, Davis, CA 95616, USA

และคณะ, 1996). Microarrays were developed at Standford University by Schena and co-workers in early 1990s. Several commercial companies provide the printing of any size of oligonucleotides probes such as: ClonTech, http://www.clontech.com; Compugen, http://www.cgen.com; MWG Biotech, http://www.mwg-biotech.com; and Operon, http://www.operon.com). Moreover, the NSF rice oligonucleotide arrays designed rice array using gene models from the Institute Genomic Research (TIGR) and Picky program freeware designed the specific and unique oligonucleotide probes. The NSF oligonucleotide array project developed the rice array in two systems. The first system was rice 20 K array which was designed based on TIGR V2 rice gene model. This array was provided on a single slide with 20,190 unique oligos. The second system was 45 K array which was designed by using TIGR V3 rice gene models and printed on two slides. The 45 K array contains 40,297 unique and 3,203 shared oligo probes. Two system arrays provide the control elements for qualifying the hybridization depending on the experimental design (Ronald และคณะ, 2007). The validation of NSF rice oligonucleotide arrays were achieved by comparing the light/dark treated leaf samples.

Materials and Methods

Rice seedlings were germinated without light for 3 days and then transferred to normal light in greenhouse and continuous dark in a dark growth chamber. Rice leaves were collected and kept in liquid nitrogen before processed the RNA extraction. The total RNA extraction was performed with TRIZOL reagent (Invitrogen, USA), then treated total RNA with DNaseI and purified by using the RNeasy Midi Kit (Qiagen, USA). The total RNA were then enriched for poly-A RNA by using Oligotex mRNA Kit (Qiagen, USA). All steps were performed according to the manufacturer's instructions.

The mRNAs were used as template for directed labeling method by using CyScribe Post-labeling Kit (GE Healthcare, Bioscience, USA). The samples from light and dark were separately labeled with fluorescent dye of cy3 and cy5. The labeled samples were mixed and loaded into array slide, then placed in an automatic TECAN station. The labeling and hybridization processes were followed the manufacturer's instruction and protocol from the UCD Array Core Facility (Array Core Facility at University of California Davis, 2007), respectively.

The microarrays images were generated with a GenePix Pro 4000B scanner (Axon Instrument). The fluorescent signals from each spot were measured with 532 and 635 nm for two channels and captured by using GenePix Pro software. The data were then normalized with the lowess method, which used the concept of global normalization and linear regression analysis for adjusting the array data (Rocke, 2004).

RT-PCR was prepared for four different rice cultivars in light/dark treated leaf samples. The reactions were performed following the protocol from Invitrogen (USA). The specific primer sets were designed for candidate genes.

Table 1 The specification of rice oligonucleotide arrays.

Rice oligonucleotide array	20 K	45 K	
Rice gene model	TIGR V2	TIGR V3	
Unique-oligo probes	20,190	40,098	
Shared-oligo probes	-	3,214	
Oligonucleotide probe length	50-70 mer	50-70 mer	
Number of array in set	1	2 (45K_A & 45K_B)	
Control elements (hygromycin resistant gene)	217	240	216
Empty spots*	674	192	2,505

* without probe

Results

Error rate The error rate of hygromycin resistant gene was evaluated using 217 spots on 20 K array and 456 spots on 45 K array. These spots are randomly spotted on array. The control element can be used as positive controls for transgenic samples, and also as a negative control for the non-transgenic samples.

Table 2 The error rate of control elements on the 20 K and 45 K array.

Percentage error (%)	Empty spots		Hygromycin resistance gene spots	
	Error > 2 fold	Error > 4 fold	Error > 2 fold	Error > 4 fold
20 K	0.69	0	0.04	0
45 K (2 slides)	4.53	2.20	0.77	0.18

Reproducibility The use of two differently labeled mRNA samples allows quantitative comparison of gene expression in both samples (van Hal et al., 2000). Two slides of dye-swap data were used to calculate the $\log_2$ ratio of cy3 and cy5 intensities in the MM scatter plot. The calculation of correlation coefficient was performed on pair of dye swap. The array data had been normalized with lowess method (by R software) before graph plotting. The similar correlation coefficients between array data indicated consistent of biological and technical replication.

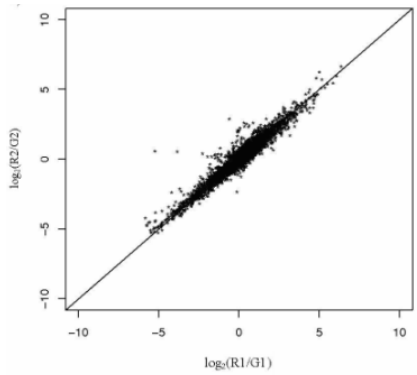


Figure 1 MM scatter plot of the signal intensities for two array data sets. The x-axis represents the ratio of cy3 (light) over cy5 (dark) intensity. The y-axis represents the ratio of cy3 (dark) over cy5 (light) intensity.

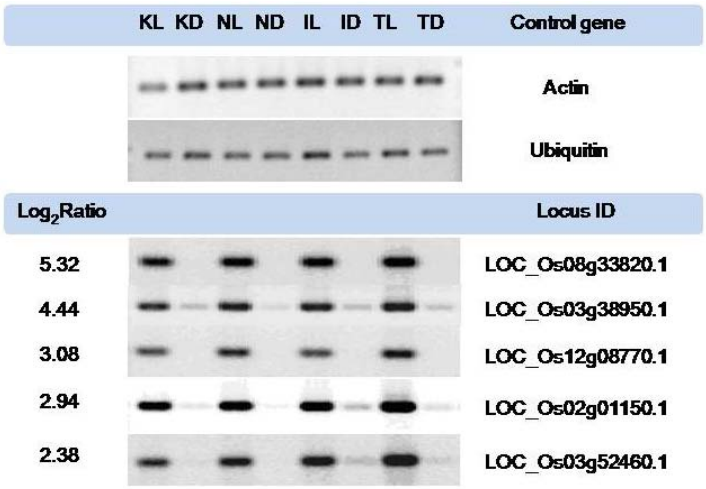


Figure 2 RT-PCR image for 5 genes selected from 20 K and 45 K arrays. The image contains 8 specific lanes for samples. 1) KL; kitaake leaves treated with light, 2) KD; kitaake leaves treated with dark, 3) NL; nipponbare leaves treated with light, 4) ND; nipponbare leave.

Table 3 The correlation coefficient of dye swap pairing.

Comparison (slides)		Correlation coefficient
Slide X (x axis)	Slide Y (y axis)	
1	2	0.94
3	4	0.93
5	6	0.90
7	8	0.85

RT-PCR To confirm the array result, the criterion cut off 0.1% FDR was used to select the candidate gene. The control genes were actin and ubiquitin, which showed equal signal intensity for all samples. All sample patterns were arranged in alternating light and dark treatments, which is obviously seen in up- and down-regulation of the light/dark pattern.

Discussion

Signal intensity is the most crucial factor to determine the array quality, reproducibility, and sensitivity. The error rate was determined by calculating the signal intensity of $\log_2$ ratio between two samples. The low error rate represents the minimal background. The correlation coefficient can be used to quantify the level of relation between two data sets. The highest correlation coefficient shows the highest consistent of biological and technical replication. The candidate genes were selected to confirm the array result by using RT-PCR that showed the correlation patterns between up- and down-regulation in light/dark samples.

Summary

The quality assessment with statistical analysis showed low error rate and high correlation coefficient values between data sets. The array results from the 20K and 45K arrays were well matched with the RT-PCR results. The rice arrays were qualified in determining the expression profiles of rice in different experimental designs.

Literature cited

Ronald, P., Robin Buell, C., Chou, H. H., Rocke, D., Patrick Schnable, 2007, NSF rice oligonucleotide project. [Online], Available: http://www.ricearray.org [March 13, 2007]

Array Core Facility at University of California Davis, 2006, Experimental Protocols. [Online], Available: http://www.array.ucdavis.edu [January 9, 2006]

Bednar, M., 2000, DNA microarray technology and application. Medical Science Monitor, 6: 796-800.

Rocke, D. M., 2004, Design and analysis of experiments with high throughput biological assay data, Seminars in Cell and Developmental Biology, 15(6): 703-13.

Lockhart, D. J., Dong, H., Byrne, M. C., Follettie, M. T., Gallo, M. V., Chee. M. S., Mittmann. M., Wang. C., Kobayashi M., Norton. H. and Brown. E. L., 1996, Expression monitoring by hybridization to high-density oligonucleotide arrays, Nature Biotechnology, 14(13): 1675-80.

van Hal, N. L., Vorst, O., van Houwelingen, A. M., Kok, E. J., Peijnenburg, A., Aharoni, A., van Tunen, A. J., and Keijer, J., 2000, The application of DNA microarrays in gene expression analysis. Journal Biotechnology, 78, 271-80.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 15-18 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 15-18 (2550)

การพัฒนากระดาษจากเปลือกทุเรียนสองพันธุ์สำหรับการพิมพ์ระบบพ่นหมึก

Development of Paper from Two Types of Durian Bark for Inkjet Printing

นิทัศน์ ทิพยโสตนัยนา[1] และ สุชปา เนตรประดิษฐ์[1]
Tipsotnaiyana, N.[1] and Netpradit, S.[1]

Abstract

The objectives of this project are to produce paper from the bark of Monthong durian and Kanyao durian, and to compare the properties and printability of paper from 2 types of durian bark. In the experiment, the durian bark was sliced with 2 thicknesses of pieces: less than 4 mm and more than 10 mm, using 18% (O/D weight) sodium hydroxide for chemical pulping and 15% (O/D weight) hydrogen peroxide for pulp bleaching. The paper sheet was made the durian bark pulp to Saa pulp. The results showed that the ratio of thin durian bark pulp to Saa pulp at 75 to 25% (O/D weight) gave the best paper physical properties. Moreover, the durian bark paper was able to print with inkjet printer; 4-mm pieces were better than 10-mm pieces, and the color gamut of print test on the Monthong durian bark paper was wider than that on the Kanyao durian bark paper.

Keywords : Paper Durian Bark Saa Pulp Inkjet Printing

บทคัดย่อ

งานวิจัยเรื่องนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลิตกระดาษจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง และพันธุ์ก้านยาว เพื่อเปรียบเทียบคุณสมบัติ และสภาพพิมพ์ได้ของกระดาษที่ผลิตจากเปลือกทุเรียนทั้งสองสายพันธุ์ ในการทดลองนี้ได้ทำการหั่นเปลือกทุเรียนเป็นแผ่นหยาบที่มีความหนามากกว่า 10 มิลลิเมตร และแผ่นบางที่มีความหนาน้อยว่า 4 มิลลิเมตร ทำการต้มให้เป็นเยื่อกระดาษด้วยสารโซเดียมไฮดรอกไซด์ร้อยละ 18 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง แล้วฟอกขาวเยื่อโดยใช้สารไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ร้อยละ 15 ของน้ำหนักเยื่ออบแห้ง จากนั้นทำการผสมเยื่อเปลือกทุเรียนกับเยื่อปอสา ผลการศึกษาพบว่าอัตราส่วนการผสมเยื่อเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองชนิดหั่นบางต่อเยื่อปอสาร้อยละ 75 : 25 ทำให้กระดาษมีคุณภาพดีที่สุด นอกจากนี้กระดาษเปลือกทุเรียนสามารถนำไปพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึกได้ ซึ่งกระดาษจากเปลือกทุเรียนหั่นบาง 4 มิลลิเมตรให้ผลดีกว่าหั่นหนา 10 มิลลิเมตร และงานพิมพ์ตารางสีทดสอบบนกระดาษที่ผลิตจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองมีขอบเขตสีกว้างกว่ากระดาษที่ผลิตจากเปลือกทุเรียนพันธุ์ก้านยาว

คำสำคัญ : กระดาษ เปลือกทุเรียน เยื่อปอสา การพิมพ์ระบบพ่นหมึก

คำนำ

ประเทศไทยมีอุตสาหกรรมการผลิตกระดาษเพื่อใช้เองภายในประเทศ โดยใช้เยื่อไม้ที่ได้จากการปลูกต้นไม้ยูคาลิปตัส แต่ยังไม่เพียงพอต่อการผลิตกระดาษ ทำให้ต้องมีการนำเข้าเยื่อกระดาษจากต่างประเทศ ซึ่งเป็นการสิ้นเปลืองเงินตราของประเทศ ประโยชน์ใช้สอยของกระดาษมีหลายด้าน ได้แก่ การพิมพ์เขียน การทำบรรจุภัณฑ์ การตกแต่งงานศิลป์ งานหัตถกรรม และการทำของขวัญ ของชำร่วย เป็นต้น การใช้งานบางอย่างของกระดาษอาจไม่จำเป็นต้องเป็นกระดาษที่ขาว มีผิวเรียบ มีคุณภาพ หรือความทนทานมากนัก ด้วยเหตุนี้ จึงมีการคิดค้นหาวัตถุดิบในการผลิตเยื่อกระดาษชนิดใหม่ขึ้นมาทดแทน เพื่อเป็นการลดการนำเข้าเยื่อจากต่างประเทศ ลดการตัดต้นไม้ทำลายป่า และเป็นการใช้วัสดุเหลือทิ้งให้คุ้มค่า หรือพัฒนาวัตถุดิบใหม่อีกทางหนึ่ง ซึ่งในประเทศไทยได้มีการนำวัสดุเหลือทิ้งทางการเกษตรมาใช้ในการผลิตกระดาษ เช่น ต้นปอสา ชานอ้อย ฟางข้าว ต้นหญ้า และใบสับปะรด (Netpradit และคณะ, 2005) และมีการนำวัชพืชมาใช้ในการผลิตเยื่อกระดาษด้วย เช่น ต้นตบชวา ต้นธูปฤาษี ซึ่งสามารถนำเยื่อไปผลิตเป็นบรรจุภัณฑ์กันกระแทกได้ (Tongsumrit และ Netpradit, 2005) นอกจากนี้เปลือกทุเรียนก็สามารถนำไปผลิตเป็นกระดาษได้ อีกทั้งยังเป็นที่น่าสนใจเพราะทุเรียนเป็นผลไม้ที่มีการเพาะปลูกอย่างแพร่

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์และบรรจุภัณฑ์ คณะครุศาสตร์อุตสาหกรรมและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพมหานคร 10140
[1] Department of Printing and Packaging Technology, Faculty of Industrial Education and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 126 Pracha-utid Rd., Bangmod, Toong-kru, Bangkok 10140

หลายในประเทศ โดยผลผลิตจากทุเรียนจะถูกบริโภคเนื้อภายในเท่านั้น ส่วนเปลือกจะเป็นขยะต้องนำไปทิ้งหรือหรือปล่อยให้ย่อยสลายไปเองตามธรรมชาติ ไม่เกิดประโยชน์ แต่เกิดผลเสียต่อสิ่งแวดล้อม

มีผู้นำเปลือกทุเรียนไปทดลองผลิตเป็นแผ่นกระดาษบ้างแล้ว (นวพรรณ, 2545, คงศักดิ์, 2548) ซึ่งจากการศึกษาพบว่าเปลือกทุเรียนมีเส้นใยที่คล้ายกับเส้นใยที่ได้จากไม้เนื้อแข็ง อีกทั้งยังมีสมบัติในการต้านทานการซึมน้ำและไขมัน (นวพรรณ, 2545) แต่หากจะนำเปลือกทุเรียนไปใช้ในการผลิตกระดาษจำเป็นต้องมีการศึกษาเพิ่มเติม เพราะเยื่อที่ได้นั้นมาจากส่วนเปลือกของทุเรียน ที่มีลักษณะเป็นหนาม และแต่ละพันธุ์ยังมีหนามที่มีลักษณะแตกต่างกัน บางสายพันธุ์หนามถี่ บางสายพันธุ์หนามห่างจากความแตกต่างดังกล่าว ผู้วิจัยจึงได้ทำการศึกษาลักษณะหนามของเปลือกทุเรียน 2 สายพันธุ์ ที่มีผลต่อการผลิตกระดาษและการพิมพ์ด้วยระบบพ่นหมึก แต่เนื่องจากเยื่อที่ได้จากเปลือกทุเรียนเป็นเยื่อที่มีเส้นใยสั้น ทำให้กระดาษที่ผลิตได้มีความแข็งแรงไม่เพียงพอ จึงต้องมีการผสมเยื่อปอสาซึ่งเป็นเยื่อเสริมเพื่อเพิ่มความแข็งแรง ในอัตราส่วนเปลือกทุเรียนต่อปอสา 75:25 (คงศักดิ์, 2548) และนำมาทดสอบสภาพการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึกที่นิยมใช้ทั่วไป เพื่อศึกษาเปรียบเทียบกระดาษจากเปลือกทุเรียนที่มีลักษณะหนามต่างกัน คือ สายพันธุ์หมอนทองและก้านยาว ตลอดจนศึกษาการเตรียมเปลือกทุเรียนโดยการหั่นหนาบางต่างกัน ที่มีผลต่อคุณภาพในการพิมพ์ระบบพ่นหมึก

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบที่ใช้ในการทดลองผลิตเยื่อกระดาษ คือ เปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทอง และเปลือกทุเรียนพันธุ์ก้านยาว ส่วนเยื่อจากต้นปอสาใช้ในการผสมเพิ่มความแข็งแรง สารเคมีที่ใช้ในการต้มเยื่อคือ โซเดียมไฮดรอกไซด์ (NaOH) สารเคมีที่ใช้ในการฟอกขาวเยื่อคือ ไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) โดยใช้สารแอลคิลคีตีนไดเมอร์ (AKD) แคลเซียมคาร์บอเนต ($CaCO_3$) และแป้งดัดแปลงประจุบวก (Cationic Starch) เป็นสารเติมแต่งในเยื่อ เพื่อเพิ่มคุณสมบัติของแผ่นกระดาษ

ในการทดลองได้นำเปลือกทุเรียนพันธุ์ที่มีลักษณะหนามห่าง (พันธุ์หมอนทอง) และพันธุ์ที่มีลักษณะหนามถี่ (พันธุ์ก้านยาว) ที่แกะเนื้อออกหมดแล้ว นำมาตัดให้เป็นแผ่น อย่างหยาบที่มีความหนามากกว่า 10 มม. และอย่างละเอียดบางกว่า 4 มม. แล้วนำไปล้างน้ำให้สะอาด จากนั้นนำเปลือกทุเรียนและต้นปอสาไปตากแดดจนแห้งสนิท แล้วทำการต้มด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซค์ (NaOH) ด้วยอัตราส่วนร้อยละ18 โดยน้ำหนักเยื่อแห้ง ภายในหม้อต้มที่ปรับความดันประมาณ 1.5 - 2.0 บาร์ อุณหภูมิ 150 องศาเซลเซียส ใช้เวลาในการต้มนาน 6 ชั่วโมง

นำเยื่อต่างๆ ที่ได้ไปทำการฟอกขาวด้วยสารละลายไฮโดรเจนเปอร์ออกไซด์ (H_2O_2) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 15 ของน้ำหนักเยื่อแห้ง ซึ่งทำให้เยื่อที่ได้มีความขาวมากขึ้น จากนั้นนำเยื่อที่ผ่านการฟอกขาวแล้ว ทำการบดกระจายเยื่อ เพื่อแยกกลุ่มก้อนของเส้นใยให้แตกตัวออกจากกัน ทำการปั่นเหวี่ยงแยกน้ำออกจากเยื่อ เมื่อได้เยื่อกระดาษแล้ว จึงนำเยื่อจากเปลือกทุเรียนมาผสมกับเยื่อจากปอสาที่อัตราส่วน 75:25 และทำการเติมสารแคลเซียมคาร์บอเนตร้อยละ 2 แป้งดัดแปลงประจุบวกร้อยละ 1.2 และ แอลคิลคีตีนไดเมอร์ร้อยละ 2 โดยน้ำหนักเยื่อแห้ง ก่อนนำไปขึ้นเป็นแผ่นกระดาษโดยใช้เครื่องขึ้นแผ่นกระดาษด้วยมือ นำแผ่นกระดาษไปกดรีดน้ำออก ทำให้เรียบ แล้วทิ้งไว้ให้แห้ง

นำแผ่นกระดาษที่ได้ทดสอบคุณสมบัติต่างๆ ด้วยเครื่องมือทดสอบ ได้แก่ สมบัติด้านกายภาพ (Physical properties) สมบัติด้านเชิงกล (Mechanical properties) และสมบัติด้านทัศนศาสตร์ (Optical properties) จากนั้นนำกระดาษเปลือกทุเรียนที่ผลิตได้ มาพิมพ์ภาพตารางสีทดสอบด้วยเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก (Inkjet printer) แล้วนำงานพิมพ์ไปวัดค่าสีด้วยเครื่องวัดค่าสี (spectrophotometer) เพื่อหาขอบเขตสีที่ผลิตได้บนกระดาษจากเปลือกทุเรียนแต่ละสายพันธุ์ และเปรียบเทียบผลจากการเตรียมชิ้นเปลือกทุเรียนที่มีความหนาแตกต่างกัน

ผล

การทดสอบคุณสมบัติของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเปลือกทุเรียน

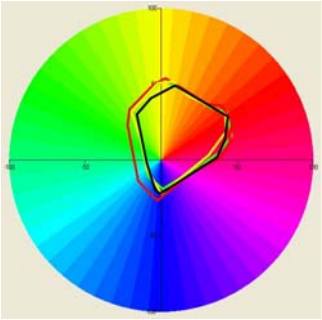
กระดาษที่ผลิตจากเปลือกทุเรียนผสมเยื่อปอสามีน้ำหนักประมาณ 120 แกรม เมื่อนำไปทดสอบสมบัติด้านกายภาพ (physical properties) สมบัติด้านเชิงกล (mechanical properties) และสมบัติด้านทัศนศาสตร์ (optical properties) ได้ผลดัง Table 1

Table 1 Physical properties, mechanical properties and optical properties of durian bark paper.

เปลือกทุเรียน และ ลักษณะการหั่นเปลือก	สมบัติด้านกายภาพ	สมบัติด้านเชิงกล				สมบัติด้านทัศนศาสตร์
	ดัชนีความหนาแน่นเสมือน (g/m^3)	ดัชนีต้านแรงดึงขาด (kgf/cm^2)	ดัชนีต้านแรงดันทะลุ ($kPa.m^2/gm$)	ดัชนีต้านแรงฉีกขาด ($N.m^2/kg$)	ดัชนีการดูดซึมน้ำ (g/m^2)	ความขาว (Hunter)
หมอนทองหั่นหยาบ	0.085	4.33	357.58	28.8	316.37	42.60
หมอนทองหั่นละเอียด	**0.097**	**4.76**	**378.57**	**29.7**	**312.25**	**47.27**
ก้านยาวหั่นหยาบ	0.083	3.92	310.64	26.5	314.13	41.17
ก้านยาวหั่นละเอียด	0.075	2.69	207.64	22.5	315.59	39.76

การทดสอบพิมพ์ของแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเปลือกทุเรียน

นำแผ่นกระดาษทดสอบที่ผลิตจากเปลือกทุเรียนผสมเยื่อปอสาไปทำการพิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์ระบบพ่นหมึก (Inkjet) และนำไปทำการวัดค่าสี เพื่อหาขอบเขตสีที่สามารถผลิตได้กว้างมากที่สุดบนกระดาษชนิดต่าง ๆ ได้ผลการแสดงขอบเขตสีบนกระดาษเปลือกทุเรียนดัง Figure 1



เส้นสีเขียว แสดง ขอบเขตสีบนกระดาษหมอนทองชนิดหั่นหยาบ
เส้นสีแดง แสดง ขอบเขตสีบนกระดาษหมอนทองชนิดหั่นละเอียด
เส้นสีเหลือง แสดง ขอบเขตสีบนกระดาษก้านยาวชนิดหั่นหยาบ
เส้นสีดำ แสดง ขอบเขตสีบนกระดาษก้านยาวชนิดหั่นละเอียด

Figure 1 the color gamut of durian bark paper.

วิจารณ์ผล

คุณสมบัติของเยื่อมีผลต่อโครงสร้างของแผ่นกระดาษในเรื่องความหนาแน่นเสมือนเปลือกทุเรียนที่มีความฟ่าม(Bulk) น้อย เช่น พันธุ์หมอนทอง ทำให้ได้แผ่นกระดาษที่มีการสานตัวกันแน่นและชิดกันมาก กระดาษจึงมีความหนาแน่นมาก ส่วนเยื่อจากเปลือกทุเรียนพันธุ์ก้านยาวที่มีความฟ่ามน้อย และหั่นละเอียด ทำให้ได้เป็นแผ่นกระดาษที่มีความหนาแน่นน้อย

สมบัติด้านเชิงกลซึ่งเป็นตัวบ่งบอกความแข็งแรงของกระดาษชี้ให้เห็นว่าความถี่ของหนามบนเปลือกทุเรียนมีผลต่อคุณสมบัติของเยื่อ และมีผลต่อสมบัติด้านเชิงกลของกระดาษ กล่าวคือ กระดาษมีความหนามาก ถ้าใช้เปลือกทุเรียนที่ให้เยื่อต่อน้ำหนักในปริมาณมาก เช่น ทุเรียนพันธุ์ก้านยาวซึ่งมีความถี่ของหนามสูงกว่าทุเรียนพันธุ์หมอนทอง ส่วนเรื่องการหั่นเปลือกทุเรียนแบบหยาบหรือละเอียดพบว่า การหั่นแบบหยาบ มีแนวโน้มทำให้กระดาษมีสมบัติด้านเชิงกลดีกว่า เพราะในการต้มเยื่อกับเปลือกที่มีความหนาน้อย เยื่อจะถูกทำลายด้วยความร้อน ความดัน และสารเคมีได้ง่ายกว่า แต่เปลือกทุเรียนหั่นแบบหยาบมีความทนทานได้ดีกว่า ทำให้ได้เยื่อที่ยาวกว่า และเกิดการสานตัวกันของเส้นใยดีกว่าด้วยพันธะที่แข็งแรงกว่า

สมบัติด้านทัศนศาสตร์ในเรื่องความขาวนั้นขึ้นกับขั้นตอนการฟอกเยื่อซึ่งเป็นการกำจัดลิกนินออกไปเนื่องจากลักษณะหนามของเปลือกทุเรียนพันธุ์ก้านยาวที่ยาวเรียวทำให้ได้เส้นใยเยื่อยาวกว่า ส่วนหนามที่มีลักษณะไม่เรียวแหลม

และแบนกว่าของเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองได้เส้นใยเยื่อที่สั้นกว่า ทำให้สารลิกนินตกค้างในเยื่อน้อยกว่า จึงได้กระดาษที่ขาวกว่า ส่วนเรื่องการหั่นเปลือก พบว่าการหั่นแบบละเอียดจะทำให้ฟอกเยื่อได้ดีมากขึ้น กระดาษจึงมีความขาวมากกว่า

ส่วนเรื่องสภาพพิมพ์ได้นั้น กระดาษจากเปลือกทุเรียนทั้งสองพันธุ์สามารถพิมพ์ได้ แต่เมื่อวิเคราะห์ความสามารถในการแสดงขอบเขตสี (Color gamut) พบว่ากระดาษจากเปลือกทุเรียนพันธุ์หมอนทองแบบหั่นละเอียด มีคุณสมบัติที่เหมาะสมต่อการพิมพ์ระบบพ่นหมึกดีกว่า เนื่องจากสามารถแสดงขอบเขตสีได้กว้างมากกว่า

สรุปผล

การผลิตกระดาษที่มีอัตราส่วนการผสมเยื่อเปลือกทุเรียนพันธุ์หนามห่าง (พันธุ์หมอนทอง) ที่มีการเตรียมเยื่อแบบหั่นละเอียดต่อเยื่อปอสาที่อัตราส่วน 75:25 ทำให้กระดาษมีคุณสมบัติดีที่สุด และกระดาษเปลือกทุเรียนสามารถนำไปพิมพ์ด้วยระบบพ่นหมึกได้ แต่การเตรียมเปลือกทุเรียนพันธุ์ที่มีหนามห่าง (พันธุ์หมอนทอง) หั่นหนา 4 มิลลิเมตร ให้ผลทางด้านความขาวและคุณภาพงานพิมพ์สีบนกระดาษที่ดีกว่าเปลือกทุเรียนพันธุ์ที่มีหนามถี่ (พันธุ์ก้านยาว)

เอกสารอ้างอิง

Netpradit, S., Tongsumrit, T. and Tipsotnaiyana, N., 2005, Pineapple Leaf Paper Development Appropriated for OTOP Packging Printing, 31st Congress in Science and Technology of Thailland, 18-20 October 2005,Technopolis, Suranaree University of Technology, Nakorn Ratchasima, 315.

Tongsumrit, T. and Netpradit, S., 2005, Making of Pulp and Paper from Narrow Leaved Cattail for Innovative Pacdaging, 31st Congress in Science and Technology of Thailand, 18-20 October 2005, Technopolis, Suranaree University of Technology, Nakorn Rathasima, 315.

นวพรรณ รักฝึกฝน, 2545, การผลิตกระดาษจากเปลือกทุเรียน, โครงการเสริมประสบการณ์การเรียนรู้ด้วยตนเอง, คณะวิทยาศาสตร์, ภาควิชาวิทยาศาสตร์ทางภาพถ่ายและเทคโนโลยีทางการพิมพ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

นายคงศักดิ์ เลิศอนันตสุข และ เบญจรัตน์ พจน์ศิริศิลป, 2548, การศึกษาสมบัติของกระดาษจากเยื่อผสมของเปลือกทุเรียนและปอสาเพื่อใช้ผลิตบรรจุภัณฑ์, โครงงานระดับปริญญาตรี ภาควิชาเทคโนโลยีการพิมพ์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 19-24 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 19-24 (2550)

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของยางพารา (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) สิบสามสายพันธุ์ในประเทศไทย

Genetic Diversity of Thirteen Cultivars of Para Rubber Tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) in Thailand

ยศินทร์ กิติจันทโรภาส[1] และปรียา พวงสำลี หวังสมนึก[1]

Kitijuntaropas, Y.[1] and Wansomnuk,P. P.[1]

Abstract

Rubber tree (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) is an industrial crop for natural latex product that is very important in many industries. In this study, we have investigated the use of inter-simple sequence repeats (ISSR) in revealing polymorphism among *H. brasiliensis* Muell. Arg. cultivars. Twenty ISSR primers with anchored or non-anchored were used to generate polymorphic bands to investigate the genetic variability among thirteen rubber tree cultivars including six commercial cultivars: RRIT251, BPM24, PB255, PB260, RRIC110 and RRIM600 from Chachoengsao Rubber Research Center. Five of twenty ISSR primers which were selected, showed variability between cultivars with a total of 1,112 fragments of which 789 (70.95%) were polymorphic. The results suggested that ISSR markers are useful in detecting genetic variability within *H. brasiliensis* Muell. Arg. cultivars.

Keywords: *Hevea brasiliensis* Muell. Arg., ISSR, genetic diversity

บทคัดย่อ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญในอุตสาหกรรมการผลิตน้ำยางธรรมชาติ การศึกษาครั้งนี้มีจุดประสงค์เพื่อศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของยางพาราจำนวนสิบสามสายพันธุ์ ซึ่งเป็นพันธุ์การค้า 6 สายพันธุ์ ได้แก่ RRIT251, BPM24, PB255, PB260, RRIC110 และ RRIM600 ด้วยเทคนิค inter-simple sequence repeats (ISSR) โดยใช้ไพรเมอร์จำนวน 20 ชนิด แบบ anchored และ non-anchored พบว่าจาก ไพรเมอร์ 5 ชนิด ที่เลือกใช้สามารถสังเคราะห์ให้แถบดีเอ็นเอทั้งหมด 1,112 แถบ โดยมีแถบที่แสดงความแตกต่างกัน จำนวน 789 แถบ (70.95%) ซึ่งจากการศึกษานี้แสดงให้เห็นว่าเครื่องหมายโมเลกุล ISSR สามารถนำมาใช้ตรวจสอบความแตกต่างทางพันธุกรรมของยางพาราสายพันธุ์ที่ศึกษาได้

คำสำคัญ: ยางพารา ISSR ความหลากหลายทางพันธุกรรม

คำนำ

ยางพาราเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทย ประกอบกับราคายางที่เพิ่มสูงขึ้นทำให้เกษตรกรนิยมหันมาปลูกยางกันมากขึ้น พื้นที่ที่ใช้ปลูกยางพาราจึงขยายตัวเพิ่มขึ้นมากในภาคตะวันออกเฉียงเหนือและภาคเหนือ (คณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2548) จึงมีความจำเป็นที่จะต้องปรับปรุงพันธุ์ยางพาราให้เหมาะสมกับสภาพแวดล้อมซึ่งไม่เหมาะสมต่อการปลูกยางพารา เนื่องจากยางพาราเป็นไม้ยืนต้นที่มีอายุเก็บเกี่ยวยาวนาน ทำให้ต้องใช้เวลาประมาณ 20-30 ปี ในการปรับปรุงพันธุ์ยางพาราแต่ละสายพันธุ์ นอกจากนี้ปัญหาสำคัญต่อเกษตรกรผู้ปลูกยางพาราคืออาการเปลือกแห้ง ซึ่งมีการระบาดอย่างรุนแรงในต้นยางพาราที่มีอายุต่ำกว่า 10 ปี ในทวีปแอฟริกาและเอเชีย ทำให้ผลผลิตน้ำยางลดลง 15-20% ต่อปี (รักษ์, 2549) ซึ่งจากการวิจัยพบว่าอาการดังกล่าวมีสาเหตุจากความเครียดที่เกิดจากสิ่งแวดล้อม (Pellegrin และคณะ, 2004) หรือความไม่เข้ากันทางพันธุกรรมระหว่างชิ้นส่วนตาและลำต้นที่ใช้ติดตา (Chrerstin และคณะ, 2004)

ข้อมูลทางพันธุกรรมของยางพารามีความจำเป็นอย่างมากต่อการปรับปรุงสายพันธุ์และแก้ปัญหาอาการเปลือกแห้ง ดังนั้นการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของยางพาราจึงเป็นข้อมูลพื้นฐานที่สำคัญ งานวิจัยนี้ได้เลือกใช้เครื่องหมายโมเลกุล ISSRs (Inter Simple Sequence Repleat) ซึ่งเป็นเทคนิคที่ไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลลำดับเบสในจีโนมของสิ่งมีชีวิตที่จะศึกษาจึงไม่มีข้อจำกัดในการใช้งาน (Godwin และคณะ. 2001) ไพรเมอร์ที่ใช้เป็นไพรเมอร์แบบเดี่ยว (16-20 คู่เบส) จากการ

[1] ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น อ.เมือง จ.ขอนแก่น 40002

[1] Department of Boilogy, Faculty of Science, Khon Kaen University, Khon Kaen 40002, Thailand

ทดลองของ Bornet และ Branchard (2001) พบว่าเทคนิค ISSRs มีผลการทดลองที่น่าเชื่อถือ ซึ่งลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากเทคนิคนี้ยังคงเหมือนเดิม แม้ว่าจะมีการเปลี่ยนแปลงปริมาณดีเอ็นเอต้นแบบหรือความเข้มข้นของไพรเมอร์ต่อปฏิกิริยา ในขณะที่การเปลี่ยนแปลงความเข้มข้นของไพรเมอร์กลับเป็นปัจจัยหลักที่ทำให้รูปแบบของลายพิมพ์ดีเอ็นเอที่ได้จากเทคนิคอื่นเปลี่ยนแปลงไปจากเดิม ดังนั้นเทคนิค ISSR จึงเป็นเทคนิคที่ง่ายแก่การประยุกต์ใช้ และมีความเสถียรสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างพืช

ตัวอย่างใบยางพาราสด 13 สายพันธุ์ ได้แก่ RRIT13, BPM24, RRIT21, RRIC110, RRIT156, RRIT225, RRIT226, RRIT235, RRIT250 RRIT251, PB255, PB260 และ RRIM600 จากศูนย์วิจัยยางพาราฉะเชิงเทราเพื่อใช้เป็นตัวอย่างอ้างอิงของพันธุ์ยางพารา โดยสกัดดีเอ็นเอจากใบยางพาราทันทีหลังจากที่เก็บตัวอย่างมาจากแปลงทดลอง

การสกัดดีเอ็นเอของยางพารา

สกัดจีโนมมิกดีเอ็นเอจากใบยางพารา ด้วยวิธีดัดแปลงจาก Tai และ Tanksley (1990) โดยใช้ใบยางพาราน้ำหนัก 0.3 กรัม บดตัวอย่างให้ละเอียดในไนโตรเจนเหลว จากนั้นเติม extraction buffer (ประกอบด้วย 100 mM Tris-Hcl pH 8 50 mM EDTA pH 8 500 mM NaCl 1.25% SDS 8.3 mM NaOH และ 0.38% Na_2SO_4) ปริมาตร 700 ไมโครลิตร ที่อุณหภูมิ 75 ^{o}C นาน 30 นาที เติมโพแทสเซียมอะซิเทรตความเข้มข้น 5 M ปริมาตร 220 ไมโครลิตร จากนั้นตกตะกอนดีเอ็นเอด้วยไอโซโพรพานอลปริมาตร 400 ไมโครลิตร ล้างตะกอนดีเอ็นเอที่ได้ด้วยเอทานอลเข้มข้น 70 เปอร์เซ็นต์ ปริมาตร 250 ไมโครลิตร โดยทำซ้ำ 2 ครั้ง จากนั้นตกตะกอนดีเอ็นเออีกสองครั้งด้วยแอมโมเนียมอะซิเทรตความเข้มข้น 7.4 M และโซเดียมอะซิเทรตความเข้มข้น 3 M ตามลำดับ ละลายตะกอนดีเอ็นเอบริสุทธิ์ด้วย TE buffer (ประกอบด้วย 10 mM Tris-Hcl pH 8 และ 1 mM EDTA pH 8) และกำจัดอาร์เอ็นเอด้วยเอนไซม์อาร์เอ็นเอสเอ RNase A นาน 1 ชั่วโมง

การตรวจสอบไพรเมอร์ที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ โดยเทคนิค ISSR-PCR

การตรวจสอบหาไพรเมอร์ที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ จากดีเอ็นเอต้นแบบของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 ซึ่งเป็นหนึ่งใน 13 สายพันธุ์ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ โดยการสังเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยเทคนิค ISSR-PCR นั้นจะทำการเตรียมสารละลายเพื่อสังเคราะห์ดีเอ็นเอในปริมาตร 10 ไมโครลิตร ประกอบด้วย PCR buffer (750 mM Tris-HCl, 200 mM $(NH_4)_2SO_4$) และ 0.1% Tween20), dNTP (Fermentas) ความเข้มข้น 0.2 mM, $MgCl_2$ (Fermentas) ความเข้มข้น 2.5 mM, Tag DNA polymerase (Fermentas) ความเข้มข้น 5 ยูนิตต่อไมโครลิตร ไพรเมอร์ความเข้มข้น 1 pmole และดีเอ็นเอต้นแบบ 40 ng ทำการสังเคราะห์ดีเอ็นเอในเครื่อง PCR (Corbett Research, Germany) โดยตั้งโปรแกรมดังนี้ ขั้นที่ 1 ที่อุณหภูมิ 95 ^{o}C เป็นเวลานาน 1 นาที 30 วินาที ขั้นที่ 2 อุณหภูมิ 94 ^{o}C เป็นเวลานาน 15 วินาที อุณหภูมิ 50 ^{o}C เป็นเวลานาน 15 วินาที และอุณหภูมิ 72 ^{o}C เป็นเวลานาน 1 นาที 30 วินาที โดยทำซ้ำในขั้นตอนที่ 2 จำนวน 40 รอบ ขั้นสุดท้าย ที่อุณหภูมิ 72 ^{o}C เป็นเวลานาน 5 นาที หลังจากนั้นนำผลผลิตดีเอ็นเอที่ได้มาตรวจสอบด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟลิซีสในวุ้นอะกาโรสความเข้มข้น 1.0 เปอร์เซ็นต์ ใน TBE buffer ความเข้มข้น 0.5 เท่า แล้วย้อมด้วยเอธิเดียมโบรไมด์ ส่องดูภายใต้แสงอัลตราไวโอเลต เปรียบเทียบกับดีเอ็นเอมาตรฐาน (100 bp DNA ladder plus) (Fermentas) วิเคราะห์ขนาดของแถบดีเอ็นเอโดยใช้โปรแกรม PhotoCaptMw (Vilber Lourmat, France)

การสังเคราะห์ดีเอ็นเอของยางพาราโดยใช้ ISSR marker

หลังจากที่ได้ตรวจสอบและคัดเลือกไพรเมอร์ที่สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 ได้แล้วจึงนำไพรเมอร์เหล่านั้นมาใช้ในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอจากยางพาราทั้ง 13 สายพันธุ์ โดยใช้เทคนิค ISSR-PCR ในการเตรียมสารละลายเพื่อสังเคราะห์ดีเอ็นเอ และการตั้งโปรแกรมเพื่อสังเคราะห์ดีเอ็นเอในเครื่อง PCR จะทำเช่นเดียวกับในขั้นตอนการตรวจสอบไพรเมอร์ที่เหมาะสมในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอ หลังจากนั้นนำผลผลิตดีเอ็นเอที่สังเคราะห์ได้มาตรวจสอบด้วยเทคนิคอิเล็กโทรโฟลิซีสในอะครีลาไมด์เจลความเข้มข้น 4-6 เปอร์เซ็นต์ ใน สารละลาย TBE buffer ความเข้มข้น 1 เท่า แล้วย้อมด้วยเอธิเดียมโบรไมด์จากนั้นจึงนำแถบดีเอ็นเอที่สังเคราะห์ได้มาวิเคราะห์ขนาดของแถบดีเอ็นเอโดยใช้โปรแกรม PhotoCaptMw (Vilber Lourmat, France)

การวิเคราะห์พันธุกรรมของยางพาราด้วยโปรแกรมคอมพิวเตอร์

ในการศึกษาความแตกต่างทางพันธุกรรมของยางพาราแต่ละสายพันธุ์ ได้ทำการเปรียบเทียบความเหมือนและความแตกต่างของแถบดีเอ็นเอที่เป็นผลผลิตจากปฏิกิริยา ISSR-PCR โดยให้แถบดีเอ็นเอที่ปรากฏมีค่าเท่ากับ 1 และไม่ปรากฏมีค่าเท่ากับ 0 แล้วคำนวณหาค่า similarity index (S.I.) จากสูตร S.I. = $2n_{ab}/(n_a+n_b)$ เมื่อ n_a และ n_b แทนจำนวนแถบดีเอ็นเอ

ทั้งหมดที่พบในตัวอย่าง a และ b ตามลำดับ และ n_{ab} คือ จำนวนแถบดีเอ็นเอที่พบเหมือนกันทั้ง 2 ตัวอย่าง มาวิเคราะห์ด้วยวิธี unweighted pair-group method with arithmetic average (UPGMA) ก่อนนำมาจัดกลุ่มทางพันธุกรรมโดยใช้โปรแกรม SPSS for Window 10.0 และโปรแกรม WinBoot (Yep และ Nelson, 1996)

ผล

ไพรเมอร์ ISSR ที่สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอจากยางพาราสายพันธุ์ RRIM600

ในการตรวจสอบหาไพรเมอร์ที่มีลำดับเบสแบบซ้ำที่สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอจากดีเอ็นเอต้นแบบของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 พบว่ามีไพรเมอร์จำนวน 16 ชนิด จาก 20 ชนิด (Table 1) สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 ได้ โดยไพรเมอร์ที่เป็น dinucleotide motifs แบบ 3' anchored จำนวน 6 ชนิด ได้แก่ Pizza4, Pizza5, Pizza6, P818, P840 และ P841 ไพรเมอร์ที่เป็น trinucleotide motif แบบ 5' anchored จำนวน 2 ชนิด ได้แก่ ไพรเมอร์ PR1 และ PR3 ไพรเมอร์ที่เป็น trinucleotide motif แบบ non-anchored จำนวน 3 ชนิด ได้แก่ ไพรเมอร์ Pizza2, Pizza8 และ P865 และไพรเมอร์ที่เป็น tetranucleotide motif มีเพียงชนิดเดียวคือ ไพรเมอร์ P876 โดยไพรเมอร์ที่ไม่สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 มีจำนวน 4 ชนิด (Table 1) เมื่อพิจารณาลำดับเบสที่เป็นส่วนประกอบในไพรเมอร์ พบว่าไพรเมอร์ที่มีซ้ำของลำดับเบสเป็น GT, TG และ CT ไม่สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 ได้ ในขณะที่ไพรเมอร์ที่มีซ้ำของลำดับเบสเป็น GA และ CA สามารถสังเคราะห์ ดีเอ็นเอของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 ได้ นอกจากนี้ยังพบว่าไพรเมอร์ที่เป็น trinucleotide motif ที่มีซ้ำของลำดับเบสเป็น TTA ไม่สามารถสังเคราะห์ ดีเอ็นเอของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 ได้แต่ไพรเมอร์ที่มีซ้ำของลำดับเบสเป็น CAC, ACC, TCC และ CCG สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 ได้ และสำหรับไพรเมอร์ที่มีลำดับเบสแบบซ้ำเป็น tetranucleotide motif พบว่าไพรเมอร์ที่มีซ้ำของลำดับเบสเป็น GATA และ GACA สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 ได้

Table 1 Primer sequences of amplified ISSR markers obtained for RRIM600 accession.

primer	Sequences	size (bp)	%CG	Annealing temperature (°C)	Number of bands	Size of bands (bp)
Pizza1	$[CT]_{15}$	30	50	50	0	-
Pizza2	$[CAC]_4$	12	66.7	45	4	1,200-600
Pizza3	$[GT]_6$	12	50	45	0	-
Pizza4	$[GA]_9T$	19	47.3	50	6	1,030-300
Pizza5	$[GA]_9AC$	20	50	50	6	1,200-300
Pizza6	$[CA]_8RT$	18	45.8	45	8	1,200-500
Pizza7	$[TG]_8RT$	18	45.8	50	0	-
Pizza8	$[ACC]_6$	18	66.7	50	9	1,200-500
Pizza10	$RATYTA[TTA]_3TT$	17	30.2	45	0	-
Pizza11	$RAYRATAYG[AG]_6A$	22	54.8	50	8	1,030-500
Pizza13	$GATCGT[AGG\ TAG\ GTA\ GGT]_2AG$	32	64.4	45	6	1,030-400
PR1	$BDB[TCC]_5$	18	57.2	50	5	1,030-500
PR2	$DBDA[CA]_7$	18	50.3	50	4	900-400
PR3	$HVH[TCC]_5$	18	62.2	50	7	1,000-400
P818	$[CA]_8G$	17	47.1	50	9	1,200-500
P840	$[GA]_9YT$	20	51.8	50	9	1,500-200
P841	$[GA]_9YC$	20	51.8	50	5	1,500-300
P865	$[CCG]_6$	18	100	45	6	1,200-600
P876	$[GATA]_2[GACA]_2$	16	37.5	45	4	1,030-600
P880	$[GGAGA]_3$	15	60	50	7	1,200-400

B = G, C or T, D = A, G or T, H = A, C or T, R = G or A, V = A, C or G, Y = C or T

Table 2 Polymorphism exhibited by ISSR primers in thirteen accession of *H. brasiliensis*

primer	Sequence	Primer size (bp)	Annealing temperature (°C)	Number of bands	Monomorphic bands	Polymorphic bands	Percent of polymorphism	Size of bands (bp)
pizza4	$[GA]_3T$	19	50	273	39	173	63.36	2,800-100
pizza5	$[GA]_3AC$	20	50	268	52	203	75.74	2,900-300
P818	$[CA]_8G$	17	50	152	39	112	73.68	2,200-200
P840	$[GA]_3YT$	20	50	307	91	215	70.03	3,000-200
P841	$[GA]_3YC$	20	50	112	0	86	76.78	2,700-400

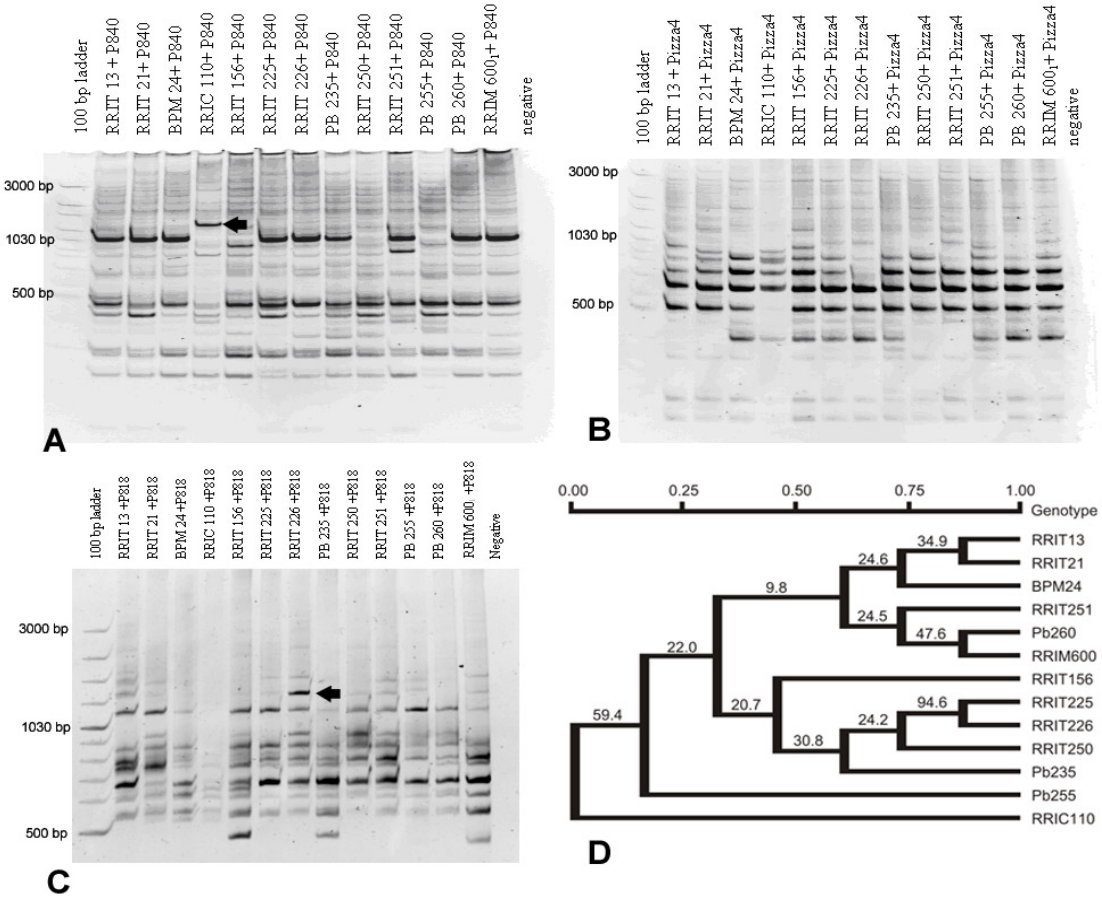


Figure 1 Electrophoretic patterns obtained with ISSR markers. (A) primer P840 (B) primer pizza4 and (C) primer P818 in *H. brasiliensis* 13 accessions with 100 bp DNA ladder plus (Fermentus). Arrows in A and C present cultivar-specific bands. (D) Unweighted pair-group method with arithmetic average (UPGMA) by WinBoot show the relationships among 13 accessions. Numbers at branches are bootstrap values (%) generated after 1000 replications.

หลังจากที่ได้ตรวจสอบหาไพรเมอร์ที่สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอของยางพาราสายพันธุ์ RRIM600 ได้แล้ว จึงนำไพรเมอร์ Pizza4, Pizza5, P818, P840 และ P841 (Table 2) มาใช้ในการสังเคราะห์ดีเอ็นเอกับยางพาราทั้ง 13 สายพันธุ์ พบว่าไพรเมอร์ทั้ง 5 ชนิด สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอจากยางพาราทั้ง 13 สายพันธุ์ ได้จำนวน 1,112 แถบ ซึ่งมีแถบที่แตกต่างกันจำนวน 789 แถบ โดยมีขนาดของแถบดีเอ็นเออยู่ระหว่างประมาณ 3,000 -100 คู่เบส (ตารางที่ 2) โดยพบว่าไพรเมอร์ที่ให้แถบดีเอ็นเอมากที่สุด คือ ไพรเมอร์ P840 ซึ่งสามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอจากยางพาราทั้ง 13 สายพันธุ์ ได้จำนวน 307 แถบ โดยมีแถบที่แตกต่างกันจำนวน 215 แถบ มีขนาดอยู่ระหว่างประมาณ 3,000-200 คู่เบส ในขณะที่ไพรเมอร์ P841 สามารถสังเคราะห์ดีเอ็นเอจากยางพาราทั้ง 13 สายพันธุ์ ได้จำนวน 112 แถบ ซึ่งมีแถบที่เป็น polymorphic จำนวน 86 แถบ โดยมีขนาดอยู่ระหว่างประมาณ 2,700-400 คู่เบส

ความหลากหลายทางพันธุกรรมของยางพารา

จากการวิเคราะห์เพื่อหาค่า S.I. (Table 3) และสร้างเดนโดรแกรม (dendrogram) (Figure 1D) แสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของยางพาราทั้ง 13 สายพันธุ์ พบว่าความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างสายพันธุ์ RRIC110 กับ PB255 มีค่า S.I. ต่ำที่สุด (0.608) ความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมระหว่างสายพันธุ์ RRIT225 กับ สายพันธุ์ RRIT226 มีค่า S.I. สูงที่สุด (0.879)

Table 3 Similarity index of *H. brasiliensis* accession using ISSR markers

Accession	RRIT13	RRIT21	BPM24	RRIC110	RRIT156	RRIT225	RRIT226	PB235	RRIT250	RRIT251	PB255	PB260	RRIM600
RRIT13	-												
RRIT21	0.797	-											
BPM24	0.784	0.783	-										
RRIC110	0.636	0.630	0.754	-									
RRIT156	0.743	0.783	0.754	0.689	-								
RRIT225	0.719	0.784	0.783	0.677	0.755	-							
RRIT226	0.671	0.738	0.721	0.683	0.735	0.879	-						
PB235	0.701	0.711	0.736	0.703	0.792	0.792	0.789	-					
RRIT250	0.745	0.743	0.699	0.646	0.769	0.784	0.794	0.792	-				
RRIT251	0.750	0.735	0.775	0.651	0.746	0.735	0.729	0.757	0.735	-			
PB255	0.728	0.726	0.681	0.608	0.652	0.753	0.719	0.707	0.767	0.690	-		
PB260	0.759	0.700	0.770	0.706	0.756	0.729	0.722	0.752	0.729	0.748	0.710	-	
RRIM600	0.767	0.681	0.721	0.667	0.706	0.695	0.701	0.690	0.709	0.786	0.691	0.797	-

วิจารณ์ผล

จากการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของยางพาราโดยใช้เครื่องหมายโมเลกุล ISSR สามารถบ่งบอกความแตกต่างทางพันธุกรรมของยางพาราทั้ง 13 สายพันธุ์ ที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ได้เช่นเดียวกับที่พบในพืชอื่นๆ เช่น ใน *Asparagus acutifolius* (Sica และคณะ, 2005) และ *Helianthus tuberosus* (ปรียา และคณะ, 2006) ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ได้ใช้ ไพรเมอร์ที่แตกต่างกัน 20 ชนิด (Table 1) พบว่าไพรเมอร์ P840 ที่เป็น dinucleotide motif สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอที่เป็นผลผลิตได้มากที่สุด (307 แถบ) และเมื่อพิจารณาการซ้ำของลำดับเบสของไพรเมอร์ P840 ที่มีซ้ำของลำดับเบสเป็น GA ที่สามารถสังเคราะห์แถบดีเอ็นเอได้มากที่สุด สอดคล้องกับการศึกษาของ Bindu และคณะ ที่พบว่าในจีโนมของยางพารามีลำดับเบสที่มีซ้ำแบบ GA มากที่สุดและมากกว่าลำดับเบสที่มีซ้ำแบบ CA เช่นเดียวกับที่พบในจีโนมข้าว (Wu และ Tanksley, 1993) แต่แตกต่างจากแก่นตะวันซึ่งมีลำดับเบสที่มีซ้ำแบบ CA มากกว่า GA และยังพบอีกว่าในการศึกษาครั้งนี้สามารถจำแนกสายพันธุ์ยางพาราทั้ง 13 สายพันธุ์ ออกจากกันได้ และแยกพันธุ์การค้าออกเป็น 3 กลุ่ม โดยยางพาราสายพันธุ์ BPM24, RRIT251, PB260 และ RRIM600 อยู่ในกลุ่มที่ 1 ยางพาราสายพันธุ์ PB255 และ RRIC110 อยู่ในกลุ่มที่ 2 และ 3 ตามลำดับ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าเทคนิค ISSR มีความเหมาะสมที่จะใช้ในการศึกษาความหลากหลายทางพันธุกรรมของยางพาราเช่นเดียวกันกับเทคนิค SSCP (Single Stand Conformation Polymorphism) ที่สามารถใช้แยกยางพาราพันธุ์ป่าออกจากยางพาราพันธุ์ปลูกได้ (Lekawipat และคณะ, 2003) แต่ไม่จำเป็นต้องทราบ ข้อมูลลำดับเบสในจีโนมของสิ่งมีชีวิตที่ศึกษา และให้แถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกันถึง 70.95 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งมากกว่าการศึกษาด้วยเทคนิค RAPDs (Random Amplified Polymorphic DNA) ที่ให้แถบดีเอ็นเอที่แตกต่างกัน 65 เปอร์เซ็นต์ (Cesar และคณะ, 2006) เมื่อนำมาหาความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของยางพารา 13 สายพันธุ์ ด้วยวิธี UPGMA และนำมาสร้างแผนภาพแสดงความสัมพันธ์ทางพันธุกรรมของยางพารา 13 สายพันธุ์ พบว่ายางพาราสายพันธุ์ RRIC110 ถูกแยกออกมาจากกลุ่มอื่นอย่างเห็นได้ชัด สอดคล้องกับข้อมูลการปรับปรุงพันธุ์ยางพารา โดยยางพาราสายพันธุ์ RRIC110 มีการกระจายอยู่ที่ประเทศศรีลังกา ซึ่งแตกต่างจากสายพันธุ์อื่นๆ ที่มีการกระจายอยู่ในประเทศไทยและมาเลเซีย และนอกจากนี้ยังพบอีกว่าค่า S.I. ที่ได้จากการศึกษาครั้งนี้ (Table 3) มีค่าอยู่ระหว่าง 0.608 ถึง 0.879 มีช่วงแคบกว่าความเหมือนทางพันธุกรรมของแก่นตะวันจำนวน 13 สายพันธุ์ ของ ปรียา และคณะ (2006) จากการใช้ไพรเมอร์ 24 ชนิด ที่ใช้สังเคราะห์ดีเอ็นเอด้วยเทคนิค ISSR-PCR พบว่า ค่า S.I. มีค่าอยู่ระหว่าง 0431 ถึง 0.929 อาจเนื่องมาจากตัวอย่างยางพารามีความใกล้ชิดทางพันธุกรรมมากกว่า แต่อย่างไรก็ตามในการศึกษาครั้งต่อไปควรเพิ่มจำนวนไพรเมอร์ในการศึกษาให้มากยิ่งขึ้น

สรุปผล

เทคนิค ISSR เป็นเทคนิคหนึ่งที่มีความเหมาะสมในการวิเคราะห์ความหลากหลายทางพันธุกรรมของยางพาราในระดับหนึ่ง โดยไม่จำเป็นต้องทราบข้อมูลลำดับเบสของจีโนมของยางพารา ซึ่งต้องอาศัยต้นทุนสูงในการทำวิจัยและจากการวิจัยครั้งนี้สามารถแยกยางพาราสายพันธุ์ RRIC110 ที่มีการกระจายอยู่ในประเทศศรีลังกา ออกจากยางพาราสายพันธุ์อื่นที่มีการกระจายอยู่ในประเทศไทยและมาเลเซียได้อย่างชัดเจน ซึ่งจะเป็นประโยชน์เมื่อมีการนำสายพันธุ์จากแหล่งพันธุกรรมทั่วโลกมาคัดเลือกเพื่อการปรับปรุงพันธุ์ในประเทศไทย เพื่อให้ได้พันธุ์ที่มีผลผลิตสูงและคุณภาพดีต่อไปในอนาคต

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ผศ. ดร. ปรียา พวงสำลี หวังสมนึก ที่กรุณาให้คำปรึกษา ทุนพัฒนาและส่งเสริมผู้มีความสามารถพิเศษทางวิทยาศาสตร์ (พสวท.) และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น ที่ได้ให้โอกาสในการทำวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

คณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา, 2548, โครงการสัมมนาระดมความคิดเรื่อง มองทิศทางยางพาราอีสาน, กรุงเทพฯ : สำนักงานคณะกรรมการสภาวิจัยแห่งชาติ สาขาเกษตรศาสตร์และชีววิทยา.

รักษ์ วิมูลชาติ, 2549, แนวทางการลงทุนยางพาราอย่างมืออาชีพ, สำนักพิมพ์ วายพี ครีเอชั่น, กรุงเทพฯ, 31-42.

ปรียา หวังสมนึก, สุดารัตน์ คำผา, สนั่น จอกลอย, พินิจ หวังสมนึก และยศินทร์ กิติจันทโรภาส, 2549, การวิเคราะห์จีโนมและความหลากหลายทางพันธุกรรมของแก่นตะวัน (*Helianthus tuberosus* L.) โดยใช้ ISSR maker, แก่นเกษตร, 34(2): 124-138.

Augusto Hemandez R., C. Afanador Kafuri, L. Arango Isaza, R. and Lobo Arias, M., 2006, Analysis of genetic variation in clone of rubber (*Hevea brasiliensis*) from Asian, South and Central Amarica origin using RAPDs marker, Biotecnology, 8(2): 29-34.

Bindu Roy, C. A. Nazeer, M. and Saha, T., 2004, Identification of simple sequence repeats in rubber (*Hevea brasiliensis*), Current Science, 87(6): 807-811.

Bornet, B. and Branchard, M., 2001, Nonanchored Inter Simple Sequence Repeat (ISSR) Markers: Reproducible and Specific Tools for Genome Fingerprinting, Plant Molecular Biology Report, 19: 209-215.

Godwin, I.D. Mace, E.S. and Nurzuhairawaty, 2001, Genotyping Pacific Island Taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Germplasm, In: Plant Genotyping the DNA Fingerprinting of Plants, R.J. Henry (Eds), CABI Publishing, Wallingford, Oxon OX10 8DE, United kingdom, 109-128,.

Lekawipat, N. Teerawatanasuk, K. Vanaaichit, A. Toojinda, T. and Tragoonrung, S., 2003, Evaluating the genetic relatedness of wild and cultivated *Hevea brasiliensis* accessions with SSCP markers, SABRAO Journal of Breeding and Genetics, 35(2): 123-134.

Pellegrin, F. Nandris, D. and Chrestin, H., 2004, Rubber Tree (*Hevea brasiliensis*) Bark Necrosis Syndrome I: Still No Evidence of a Biotic Causal Agent. Plant Disease, 88(9): 1046 D-2004-0625-02N.

Sica, M. Gamba, G. Montieri, S. Gaudio, L. and Aceto, S., 2005, ISSR markers show differentiation among Italian populations of *Asparagus acutifolius* L., Plant Biology, 6(17): 1-7.

Tai, Q. and Tanksley, C., 1990, A rapid and Inexpensieve Method for Isolation of Total DNA from Dehydrated Plant, Plant Molecular Biology Reporter, 8: 297-303.

Wu, K. and S.D. Tanksley., 1993, Abundance, polymorphism and genetic mapping of microsatellite in rice, Molecular and General Genetics, 241: 225-235.

Yep, I. V. and Nelson, R. J., 1996, Winboot: A program for performing bootstrap analysis of binary data to determine the confidence limits of UPGMA-based dendrograms, International Rice Research Institute, Philippines.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 25-28 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 25-28 (2550)

การประเมินปริมาตรไม้ยางพาราโดยวิธีประมวลผลภาพดิจิตอล

Estimation of Wood Volume Using Digital Image Processing in Rubber Trees

ระวี เจียรวิภา[1] และ สมยศ จิรสถิตสิน[2]
Chiarawipa, R.[1] and Chirasatitsin, S.[2]

Abstract

To determine rubber wood volume, three five-year olds rubber trees (RRIM 600 clone (*Hevea brasiliensis*) were measured using digital image processing technique (DIPT), and the results were compared with conventional caliper-measured values (field measurement). The diameters of rubber tree trunks were calculated using the number of pixels at distances of 6, 9, 12 and 15 m from the trunks, taken from 2 sides of the tree (north-south and east-west directions), to estimate the wood volume. It was found that the wood volume using DIPT (0.157±0.012 m^3) was close to the field measurements (0.158±0.013 m^3). Furthermore, there was significant correspondence in the linear relation between the field measurement and the DIPT ($y = 1.041x - 0.001$, $r^2=0.92$). The conclusion is that DIPT can accurately measure rubber wood volume.

Keywords : wood volume, digital image, image processing, rubber tree

บทคัดย่อ

การศึกษาวิธีประเมินปริมาตรไม้จากต้นยางพาราพันธุ์ RRIM 600 (*Hevea brasiliensis*) อายุ 5 ปี จำนวน 3 ต้น โดยวิธีวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้นในแปลงเปรียบเทียบกับเทคนิคการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลข ซึ่งวิเคราะห์เส้นผ่านศูนย์กลางจากจำนวนพิกเซลของภาพลำต้นที่ระยะห่าง 6 9 12 และ 15 เมตร จากต้นยางพาราในแนวทิศเหนือ-ใต้ และทิศตะวันออก-ตะวันตก ผลการทดลองพบว่า เทคนิคการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขสามารถประเมินปริมาตรไม้ (0.157± 0.005 ลบ.ม.) ได้ใกล้เคียงกับการวัดในแปลง (0.158±0.013 ลบ.ม.) และ ยังมีความสัมพันธ์แบบเชิงเส้นตรง ($y = 1.041x - 0.001$, $r^2=0.92$) จึงแสดงให้เห็นว่า เทคนิคการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลขสามารถนำมาประเมินปริมาตรไม้ยางพาราได้

คำสำคัญ : ปริมาตรไม้ ภาพถ่ายดิจิตอล การประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลข ต้นยางพารา

คำนำ

การวัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมนำมาใช้เพื่อประเมินปริมาตรไม้ของต้นยางพารา (กฤษดา, 2548) อย่างไรก็ตาม วิธีการดังกล่าวมักมีความยากลำบากในการวัดและประเมินได้เพียงบางส่วนของต้นเท่านั้น ขณะที่ ในปัจจุบันมีการนำเทคโนโลยีการถ่ายภาพด้วยกล้องดิจิตอลมาประยุกต์ใช้เพื่อประเมินปริมาตรของไม้ยืนต้น รวมถึงการพัฒนาโปรแกรมเพื่อความสะดวกและความแม่นยำในการวิเคราะห์จากภาพถ่าย (Clark และคณะ, 2000) ดังนั้น จึงทำการศึกษาโดยใช้วิธีภาพถ่ายด้วยกล้องดิจิตอลเพื่อประเมินปริมาตรไม้ของต้นยางพาราโดยการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลข ด้วยโปรแกรม IP3 เพื่อเป็นการศึกษาเบื้องต้นในการใช้ประโยชน์และเป็นแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมให้มีประสิทธิภาพต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

ประเมินปริมาตรไม้ยางพาราพันธุ์ RRIM 600 อายุ 5 ปี จำนวน 3 ต้น ระหว่างเดือนกุมภาพันธ์-มีนาคม 2550 ด้วยวิธีการวัดเส้นผ่านศูนย์กลางในแปลงเปรียบเทียบกับการประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลข (digital image processing technique; DIPT) จากภาพถ่ายดิจิตอล (Gonzalez และ Woods, 1992) ถ่ายภาพในแนวทิศเหนือ-ใต้ และตะวันออก-ตะวันตก ห่างจากลำต้น 6 9 12 และ 15 ม. ด้วยกล้องดิจิตอล (Sony รุ่น DCR-TRV25E) ความคมชัดของภาพ 1 ล้านพิกเซล (pixel) นับจำนวนและขนาดของพิกเซลในภาพด้วยโปรแกรม IP3 ซึ่งเขียนด้วยโปรแกรม LabVIEW® เวอร์ชัน 7.0 และ NI

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
[1] Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112
[2]สถาบันวิศวกรรมชีวการแพทย์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112
[2] Institute of Biomedical Engineering, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112

VISION เวอร์ชัน 7.0 แปลงภาพถ่ายดิจิตอลเป็น RGB เมทริกซ์ 3 ชั้น คือ ชั้นสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน โดยกำหนดจุดเริ่มเปลี่ยน (thresholding) 3 ค่า คือ สีแดง (150–255) สีเขียว (0-100) และสีน้ำเงิน (0-100) กำหนดให้ค่าของจุดภาพที่อยู่ในช่วงดังกล่าวเป็น 0 และ 1 เมื่อไม่อยู่ในช่วงที่กำหนด เพื่อแยกภาพต้นออกจากพื้นหลัง (Figure 1) ซึ่งได้ภาพลำต้นและกิ่งเป็นสีขาว (pixel value= 1) ส่วนพื้นหลังเป็นสีดำ (pixel value= 0) จากนั้นประมวลผลภาพโดยผ่านขั้นตอนการปรับปรุงภาพเพื่อกำจัดจุดในลำต้นที่เป็นสีดำและจุดสีขาวนอกลำต้น ด้วยฟังก์ชันการเติมเต็มช่องว่าง (Fill Hole) และการกำจัดอนุภาค (Remove Particle) (Figure 2) จากนั้นคำนวณเส้นผ่านศูนย์กลางโดยนับพิกัดภาพเฉพาะในแนวระดับ (*dx*) แล้วคูณด้วยตัวคูณ (*f*) ที่เปรียบเทียบจากระยะความยาวจริงและความยาวในภาพดิจิตอลต่อ 1 จุดภาพ ได้เป็นค่าเส้นผ่านศูนย์กลางของลำต้นที่ความสูง 1 จุดภาพ ดังนั้น ปริมาตรของลำต้น ณ ความสูงนี้ (V_i) จึงเท่ากับพื้นที่รูปวงกลมคูณด้วยความสูง 1 จุดภาพ และเมื่อนำปริมาตรทุกระดับความสูงของจุดภาพรวมกัน จึงสามารถคำนวณค่าปริมาตรของต้นไม้ทั้งต้นได้ (*V*) (สมการที่ 1) ส่วนการประเมินปริมาตรไม้ในแปลง ดัดแปลงจากวิธี Smalian Formula (Philip, 1994) คือ ปริมาตรไม้ (ลบ.ม.) = (π/4)[(Dl)^2 + (Ds)^2/2](H) โดยที่: Dl = เส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่หน้าตัดด้านกว้าง (ม.) Ds = เส้นผ่านศูนย์กลางพื้นที่หน้าตัดด้านแคบ (ม.) และ H = ความยาวของท่อนไม้ (ม.)

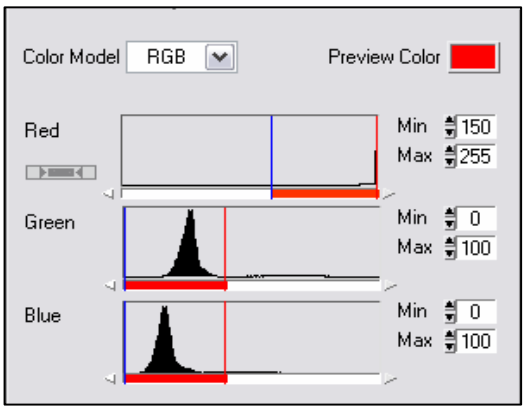


Figure 1 Histogram of digital image using the threshold for the component of red (150–255), green (0–100) and blue (0–100).

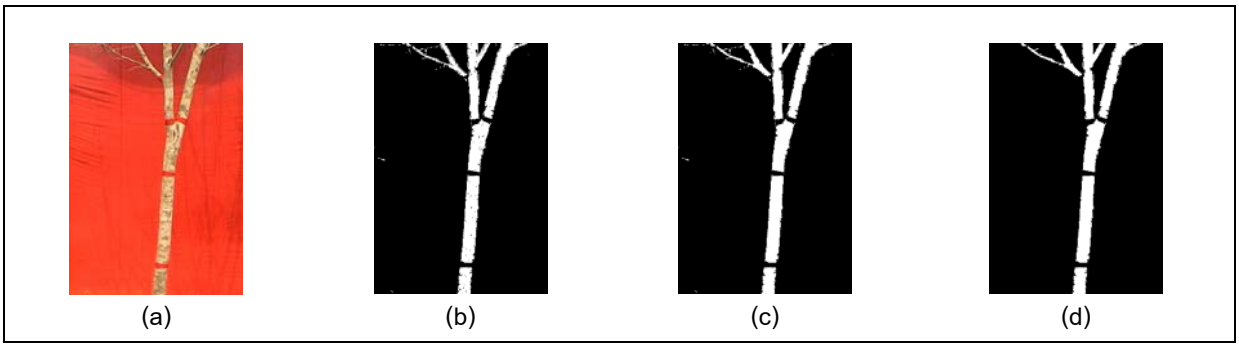


Figure 2 Output image of each process of the program IP3; (a) image reading, (b) color thresholding, (c) fill hole and (d) remove particles.

$$V = \sum_{i=1}^{n} V_i = \sum_{i=1}^{n} \left[\frac{\pi (dx_i \cdot f)^2}{4} \cdot f \right] \qquad \text{.....(สมการที่ 1)}$$

เมื่อ *n* คือ จำนวนชั้นความสูงตามขนาดของภาพในแนวตั้ง

ผล

จากการประเมินปริมาตรไม้ของต้นยางพารา พบว่า ปริมาตรไม้ที่ได้จากการคำนวณด้วยโปรแกรม IP3 โดยวิธี DIPT มีค่าเฉลี่ยที่ระยะการถ่ายภาพ 6 9 12 และ 15 ม. ของต้นที่ 1 (0.063±0.003 ลบ.ม.) และต้นที่ 2 (0.039±0.002 ลบ.ม.) สูงกว่าค่าที่วัดจากในแปลงทั้งต้นที่ 1 และต้นที่ 2 (0.061 และ 0.038 ลบ.ม. ตามลำดับ) แต่ในต้นที่ 3 (0.055±0.004 ลบ.ม.) มีค่าเฉลี่ยต่ำกว่าค่าในแปลงใน (0.059 ลบ.ม.) ส่วนปริมาตรเฉลี่ยรวม พบว่า การประเมินด้วยวิธี DIPT (0.157±0.012 ลบ.ม.) ได้ค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับค่าในแปลง (0.158±0.013 ลบ.ม.) (Table 1) นอกจากนี้ จากการเปรียบเทียบความสัมพันธ์เชิงเส้นตรง พบว่า การประเมินปริมาตรไม้ทั้ง 2 วิธีการ มีค่าสัมประสิทธิสหสัมพันธ์ r^2 = 0.92 และมีค่าความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงดังสมการ y = 1.041x–0.0014 (Figure 3)

Table 1 Wood volume for 3 rubber trees studied by field measurement and DIPT method at distances of 6, 9, 12 and 15 m from the trunks.

Sample	Wood volume (m^3)					
	field measurement	DIPT				
		6m	9m	12m	15m	Average
Tree 1	0.061	0.065±0.007	0.059±0.005	0.066±0.004	0.063±0.003	0.063±0.003
Tree 2	0.038	0.037±0.007	0.042±0.003	0.039±0.001	0.038±0.002	0.039±0.002
Tree 3	0.059	0.054±0.006	0.051±0.005	0.059±0.003	0.054±0.009	0.055±0.004
total	0.158±0.013					0.157±0.012

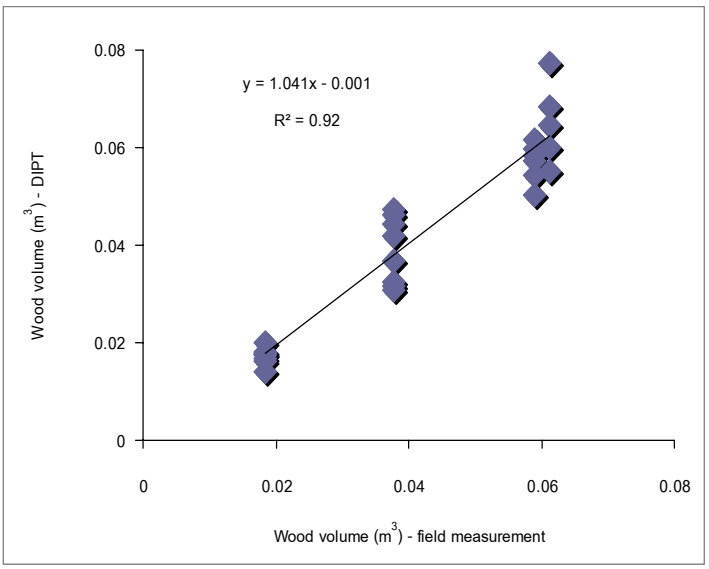


Figure 3 Relationship between rubber wood volume (m^3) estimated by the DIPT and the field measurement methods.

วิจารณ์ผล

การประเมินปริมาตรไม้ของต้นยางพาราโดยวิธี DIPT ด้วยโปรแกรม IP3 มีค่าเฉลี่ยใกล้เคียงกับวิธีการวัดขนาดลำต้นในแปลง ทั้งนี้เพราะ ข้อมูลภาพดิจิตอลสามารถคำนวณขนาดพิกเซล และแปลงเป็นขนาดพื้นที่จริงของวัตถุในภาพได้ (Gonzalez และ Woods, 1992) อย่างไรก็ตาม การพัฒนาโปรแกรม IP3 เพื่อประเมินปริมาตรไม้ยังมีข้อจำกัดในการประเมินค่าสูงหรือต่ำกว่าในแปลง เนื่องจาก ความไม่สมมาตรของลำต้นโดยเฉพาะบริเวณคาคบ ซึ่งการที่ลำต้นและกิ่งมีลักษณะเอียงหรือโค้งจะมีผลให้การประเมินค่าเส้นผ่านศูนย์กลางและปริมาตรไม้จากภาพดิจิตอลคลาดเคลื่อนได้ (Clark และคณะ, 2000) จึงแสดงให้เห็นว่า การใช้วิธี DIPT ด้วยโปรแกรม IP3 น่าจะเป็นอีกวิธีหนึ่งที่สามารถนำไปประเมินปริมาตรไม้ยางพาราหรือไม้ยืนต้นอื่นๆ ได้ แต่ควรมีการศึกษาเพิ่มเติมเพื่อให้สามารถนำไปใช้ประเมินในสภาพแปลงที่มีการซ้อนทับของกิ่งและลำต้นที่ปลูกในระยะชิด หรือมีการเจริญเติบโตและอาการผิดปกติของลำต้นต่างกัน เพื่อให้สามารถพัฒนาเป็นโปรแกรมหรือเครื่องมือวิเคราะห์ภาพ 3 มิติ ซึ่งจะทำให้มีประสิทธิภาพในการใช้ประโยชน์มากขึ้นได้

สรุปผล

การใช้วิธีประมวลผลภาพดิจิตอลด้วยโปรแกรม IP3 สามารถประเมินปริมาตรไม้ยางพาราได้ จึงมีความเป็นไปได้สำหรับการนำไปพัฒนาเพื่อประเมินปริมาตรไม้ของต้นยางพาราในสภาพแปลงปลูกต่อไป

เอกสารอ้างอิง

กฤษดา สังข์สิงห์, 2548, ประเมินปริมาณไม้ยางเพื่อกำหนดราคา, น.ส.พ. กสิกร, 78 (2): 68-71.

Clark, N. A., Wynne, R. H., Schmoldt, D. L. and Winn, M., 2000, An assessment of the utility of a non-metric digital camera for measuring standing trees, Computers and Electronics in Agriculture, 28: 151-169.

Gonzalez, R. C. and Woods, R. E., 1992, Digital image processing, Addison-Wesley Publishing Co, Inc., USA, 443-458.

Philip, M. S., 1994, Measuring trees and forests, CAB International, Willingford, Oxford.

ผลการยับยั้งของน้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิง 5 ชนิดต่อการเจริญเติบโตของเชื้อ *Aspergillus flavus*

Inhibitory Effects of Five Essential Oil Extracted From Zingiberaceae on Growth of *Aspergillus flavus*

บัณฑิต คันธา[1] ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อรพินเกิดชูชื่น[1]

Khantha, B.[1], Photchanachai, S.[1], Laohakunjit, N.[1] and Kerdchoechuen, O.[1]

Abstract

Essential oils from 5 kinds of Zingiberaceae, ginger *(Zingiber officinale* Roscoe), galangal (*Alpinia galanga* Swartz), turmeric (*Curcuma longa*), kaempferia (*Boesenbergia pandurata* Holtt*)* and bastard cardamom *(Amomum xanthioides*) were extracted by hydrodistillation and solvent extraction (ethanol and petroleum ether). The inhibitory activity of essential oils was tested using an agar dilution method at 5 concentrations of 100, 500, 1,000, 5,000 and 10,000 ppm. The galangal essential oil had strongest inhibitory effect against *Aspergillus flavus*,isolated from peanut kernel, mycelial growth and spore germination. This essential oil from both extraction methods, hydrodistillation and solvent extraction, at a concentration above 5,000 ppm inhibited mycelial growth for 7 days. The same dilution, 5,000 and 10,000 ppm, of the essential oil from both solvents extraction completely inhibited spore germination for 12 hr and from hydrodistillation for 24 hr.

Keywords : essential oil, ginger, greater galangal, turmeric, Chinese keys, bastard cardamom, *Aspergillus flavus*

บทคัดย่อ

น้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) 5 ชนิดได้แก่ ขิง (*Zingiber officinale* Roscoe) ข่า (*Alpinia galanga* Swartz) ขมิ้นชัน (*Curcuma longa*) กระชาย (*Boesenbergia pandurata* Holtt) และเร่วหอม (*Amomum xanthioides*) สกัดด้วยวิธีต้มกลั่น (hydrodistillation) และสกัดด้วยตัวทำละลาย (solvent extraction) 2 ชนิด (ethanol และ petroleum ether) นำมาทดสอบผลของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตเชื้อรา *Aspergillus flavus* ที่คัดแยกได้จากเมล็ดถั่วลิสง โดยวิธี agar dilution method ที่ความเข้มข้น 100, 500, 1,000, 5,000 และ 10,000 ppm พบว่าน้ำมันหอมระเหยข่า มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย และการงอกของสปอร์ได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยของพืชอีก 4 ชนิด โดยน้ำมันหอมระเหยจากข่าที่สกัดด้วยวิธีต้มกลั่นและใช้ตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิดความเข้มข้นตั้งแต่ 5,000 ppm ยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้อย่างสมบูรณ์เป็นเวลา 7 วัน ส่วนการยับยั้งการงอกของสปอร์ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าสกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 5,000 และ 10,000 ppm สามารถยับยั้งการงอกได้ร้อยละ 100 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แต่น้ำมันหอมระเหยจากข่าที่ได้จากการต้มกลั่นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ 24 ชั่วโมง

คำสำคัญ : น้ำมันหอมระเหย ขิง ข่า ขมิ้นชัน กระชาย เร่วหอม *Aspergillus flavus*

คำนำ

ถั่วลิสง (*Arachis hypogaea* L.) เป็นพืชตระกูลถั่วที่สามารถนำมาใช้บริโภคได้หลายรูปแบบ เนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูง ปัจจุบันมีการนำเข้าถั่วลิสงจากต่างประเทศเพิ่มมากขึ้น เนื่องจากการผลิตถั่วลิสงไม่เพียงพอกับความต้องการใช้ภายในประเทศ และผลผลิตถั่วลิสงไทยมีการปนเปื้อนเชื้อราชนิดต่างๆ โดยเฉพาะเชื้อรา *A. flavus* ประกอบกับถั่วลิสงมีองค์ประกอบของโปรตีนและไขมันสูง จึงส่งเสริมการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ดียิ่งขึ้น(อารีย์, 2544) จากปัญหาดังกล่าวจึงได้มีความพยายามในการค้นคว้าหาวิธีการต่างๆ มาใช้ในการควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus* การใช้สารสกัดจากธรรมชาติ พืชสมุนไพรและเครื่องเทศหลายชนิดที่มีผลต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เป็นอีกทางเลือกหนึ่ง เนื่องจากเป็นวิธีการที่ปลอดภัย พืชวงศ์ขิง (Zingiberaceae) เป็นสมุนไพรที่ปลูกได้ตลอดทั้งปี และผลิตได้ปริมาณมากภายในประเทศ นอกจากนี้ยังพบว่าพืชในวงศ์นี้หลายชนิดมีประสิทธิภาพในการยับยั้งเชื้อรา เช่น สารสกัดจากเหง้าของขิงสามารถยับยั้งเชื้อ *Rhizopus* sp. (Christine และคณะ, 2003) และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Candida albican* และ *A. flavus* ได้ (Konning และคณะ, 2004) ในปี 2004 Nguefack และคณะได้ศึกษาประสิทธิภาพของขิง กับเชื้อรา *A. flavus* โดยใช้วิธี agar dilution method

[1] คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน ถนนเทียนทะเล กรุงเทพฯ 10150

[1] School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkuntein Campus, Tein-talay Rd., Bangkok 10150

พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขิงที่ความเข้มข้น 500 ppm สามารถลดการเจริญของเชื้อได้ร้อยละ 40งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ที่จะศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดพืชวงศ์ขิง 5 ชนิด ได้แก่ ขิง ข่า ขมิ้นชัน กระชาย และเร่วหอม เพื่อป้องกันและควบคุมการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus* ที่คัดแยกจากเมล็ดถั่วลิสงเพื่อก่ารนำไปใช้ในการควบคุมปริมาณการปนเปื้อนของแอฟลาทอกซิน

อุปกรณ์และวิธีการ

น้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิง 5 ชนิด (ขิง ข่า ขมิ้นชัน กระชาย และเร่วหอม) สกัดด้วย 2 วิธี คือ วิธีใช้ตัวทำละลาย ซึ่งใช้ตัวทำละลาย 2 ชนิดได้แก่ 95% เอทานอล (ethanol) และ ปิโตรเลียมอีเทอร์ (petroleum ether) ล้างสารสกัดหยาบ (crude) ด้วยเอทานอล 4 ครั้ง จนได้สารสกัดเข้มข้น (absolute) และวิธีต้มกลั่น (hydrodistillation) หลังจากนั้นนำมาทดสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย และสปอร์เชื้อรา *A. flavus* ซึ่งเป็นสายพันธุ์ที่คัดแยกได้จากเมล็ดถั่วลิสง ด้วยวิธี agar dilution method ที่ความเข้มข้น 100 500 1,000 5,000 และ 10,000 ppm เตรียม spore suspension ให้มีความเข้มข้นประมาณ 10^3 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ตรวจดูการงอกของสปอร์ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ทุก 6 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการงอกของสปอร์จากชุดควบคุม เปรียบเทียบกับชุดควบคุม (เลี้ยงบนอาหาร รายงานผลเป็นร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย และร้อยละการงอกของสปอร์ โดยคำนวณตามสูตรดังนี้

$$\text{ร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย} = \frac{\phi\text{โคโลนีบนชุดควบคุม} - \phi\text{โคโลนีบนอาหารที่ผสมสารสกัด} \times 100}{\phi\text{โคโลนีบนชุดควบคุม}}$$

$$\text{ร้อยละการงอกของสปอร์} = \frac{\text{จำนวนสปอร์ที่งอก} \times 100}{\text{จำนวนสปอร์ทั้งหมด}}$$

ผล

น้ำมันหอมระเหยจากพืชวงศ์ขิงทั้ง 5 ชนิดที่สกัดจากทั้งวิธีการใช้ตัวทำละลาย และวิธีต้มกลั่น สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้ และมีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นที่เพิ่มขึ้น แต่น้ำมันหอมระเหยข่าที่สกัดด้วย เอทานอลและปิโตรเลียมอีเทอร์ มีประสิทธิภาพในการยับยั้งดีที่สุด โดยที่ความเข้มข้น 5,000 และ 10,000 ppm มีร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเท่ากับ 94.12 และ 94.13 ตามลำดับ ไม่แตกต่างจากน้ำมันหอมระเหย ขิง ข่า กระชาย และเร่วหอม โดยวิธีต้มกลั่นที่ความเข้มข้น 5,000 และ 10,000 ppm มีร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเท่ากับ 94.17 (Figure 1)

น้ำมันหอมระเหยข่าทั้ง 5 ความเข้มข้น ที่สกัดด้วยเอทานอล และปิโตรเลียมอีเทอร์ ยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ดีที่สุด โดยสามารถยับยั้งการงอกของสปอร์อย่างสมบูรณ์ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 ถึงชั่วโมงที่ 12 หลังจากนั้นพบการงอกของสปอร์ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 18 โดยคิดเป็นร้อยละ 100 ส่วนน้ำมันหอมระเหยที่ได้จากการต้มกลั่น พบว่าน้ำมันหอมระเหยข่าที่ความเข้มข้น 100 500 และ 1,000 ppm ยับยั้งการงอกของสปอร์ได้อย่างสมบูรณ์ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 ถึงชั่วโมงที่ 12 ในขณะที่สปอร์เริ่มงอกตั้งแต่ชั่วโมงที่ 18 คิดเป็นร้อยละ 31 5 และร้อยละ 4 ตามลำดับ แต่ที่ความเข้มข้น 5,000 และ 10,000 ppm สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้อย่างสมบูรณ์จนถึงชั่วโมงที่ 24 รองลงมาคือน้ำมันหอมระเหยขิง ที่ความเข้มข้น 10,000 ppm ยับยั้งการงอกของสปอร์ได้ถึงชั่วโมงที่ 18 สปอร์เริ่มงอกที่ชั่วโมงที่ 24 (Table 1)

วิจารณ์ผล

การที่น้ำมันหอมระเหยข่าที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอล และปิโตรเลียมอีเทอร์ และวิธีต้มกลั่น มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย และการงอกของสปอร์ได้ดีที่สุด เนื่องจากน้ำมันหอมระเหยข่าสกัดโดยวิธีการต้มกลั่น มีสารประกอบหลักคือ methyl chavicol ในขณะที่สกัดด้วยตัวทำละลายพบ fraeseol เป็นสารประกอบหลัก (กฤติกา, 2548) นอกจากนี้ยังมี volatile compounds ที่สำคัญอีกหลายชนิดซึ่งสารเหล่านี้ส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่ม phenolic compound ซึ่งสามารถออกฤทธิ์ต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตต่อเชื้อราได้ (บัญญัติ, 2518) โดยมีผลต่อผนังเซลล์ของเชื้อรา จากผลการทดลองที่ความเข้มข้นเดียวกัน พืชชนิดเดียวกัน การสกัดสารด้วยวิธีต้มกลั่นสารสกัดที่ได้มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเส้นใยได้ดีกว่าการสกัดแบบใช้ตัวทำละลาย แสดงว่าวิธีการต้มกลั่นเป็นวิธีที่เหมาะสมในการสกัดน้ำมันหอมระเหยสามารถสกัดองค์ประกอบต่างๆ และได้น้ำมันหอมระเหยที่มีความบริสุทธิ์มากกว่าการสกัดน้ำมันหอมระเหยด้วยตัวทำละลาย

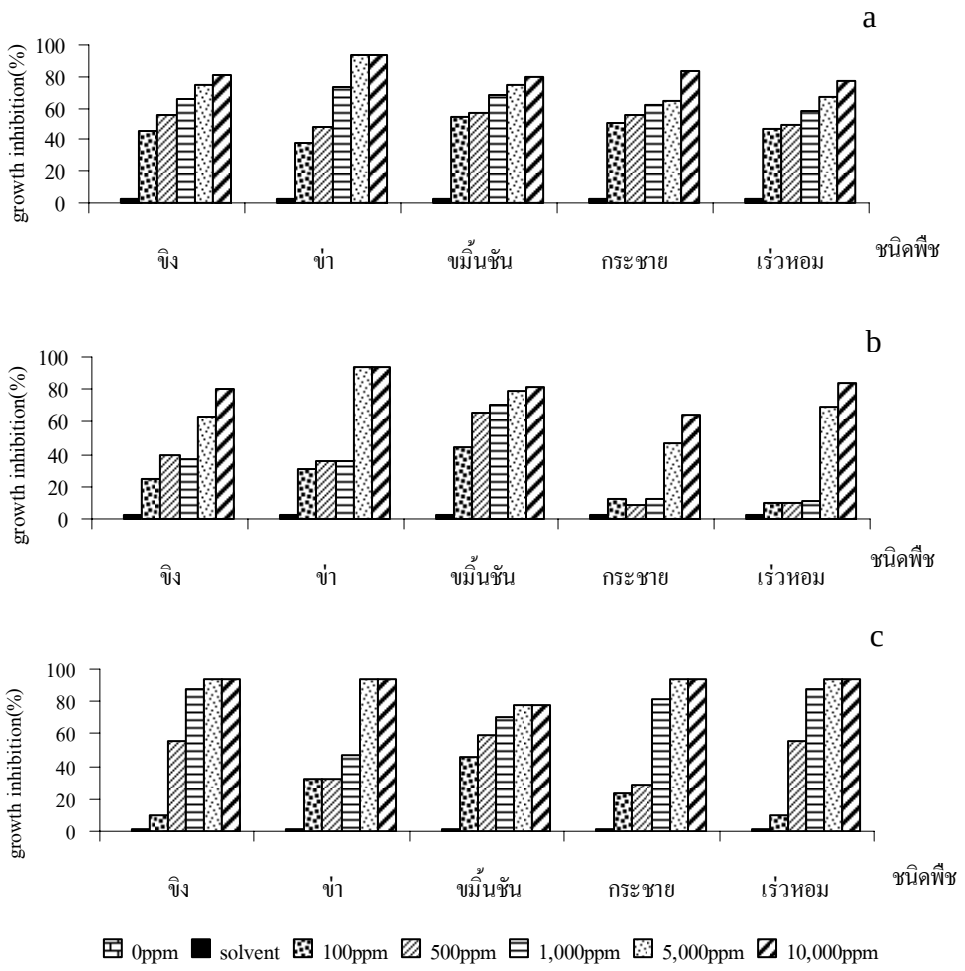


Figure 1 ร้อยละการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยเชื้อรา *A. flavus* บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมสารสกัดพืชวงศ์ขิงสกัดโดยใช้ 95% เอทานอล (a) ปิโตรเลียมอีเทอร์ (b) เป็นตัวทำละลาย และวิธีต้มกลั่น (c) ที่ความเข้มข้น 5 ระดับ บ่มเชื้อ 7 วัน

Table 1 การงอกของสปอร์ (ร้อยละ) บนอาหารเลี้ยงเชื้อที่ผสมน้ำมันหอมระเหยข่าโดยใช้ 95% ethanol เป็นตัวทำละลาย

Factor		Spore germination (%)																			
conc (ppm)		Time (hr)																			
		ginger				greater galangal				turmeric				Chinese keys				bastard cardamom			
		6	12	18	24	6	12	18	24	6	12	18	24	6	12	18	24	6	12	18	24
ET	Solvent	65	100	100	100	85	100	100	100	66	100	100	100	81	100	100	100	74	100	100	100
	0	63	100	100	100	83	100	100	100	70	100	100	100	64	100	100	100	76	100	100	100
	100	12	100	100	100	0	0	100	100	46	100	100	100	7	100	100	100	31	100	100	100
	500	5	8	100	100	0	0	6	8	40	100	100	100	6	9	100	100	24	100	100	100
	1,000	5	5	100	100	0	0	4	6	28	100	100	100	3	6	100	100	19	100	100	100
	5,000	3	3	7	11	0	0	3	5	6	10	23	100	3	4	100	100	3	6	21	38
	10,000	3	3	4	7	0	0	3	3	4	4	19	40	3	5	6	38	1	4	14	37
PE	Solvent	59	100	100	100	54	100	100	100	62	100	100	100	56	100	100	100	74	100	100	100
	0	58	100	100	100	51	100	100	100	63	100	100	100	54	100	100	100	71	100	100	100
	100	1	100	100	100	0	0	100	100	1	27	100	100	1	2	100	100	3	3	100	100
	500	0	7	100	100	0	0	8	9	1	3	100	100	1	2	100	100	1	3	100	100
	1,000	0	2	100	100	0	0	4	7	0	0	100	100	0	1	100	100	0	0	100	100
	5,000	0	0	7	12	0	0	4	7	0	0	15	100	0	0	100	100	0	0	15	33
	10,000	0	0	4	10	0	0	2	4	0	0	12	21	0	0	8	11	0	0	10	17
hydro	Solvent	71	100	100	100	68	100	100	100	75	100	100	100	56	100	100	100	64	100	100	100
	0	72	100	100	100	70	100	100	100	71	100	100	100	53	100	100	100	65	100	100	100
	100	1	100	100	100	0	0	31	100	6	17	100	100	4	21	100	100	19	100	100	100
	500	0	100	100	100	0	0	5	6	3	14	100	100	3	12	100	100	14	100	100	100
	1,000	0	0	100	100	0	0	4	4	0	0	100	100	0	9	100	100	0	100	100	100
	5,000	0	0	4	10	0	0	0	0	0	0	13	100	0	8	19	100	0	4	11	18
	10,000	0	0	0	5	0	0	0	0	0	0	6	8	0	4	18	19	0	0	6	8

สรุปผล

น้ำมันหอมระเหยข่า มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใย และการงอกของสปอร์เชื้อราได้ดีกว่าน้ำมันหอมระเหยของพืชอีก 4 ชนิด โดยน้ำมันหอมระเหยจากข่าที่สกัดด้วยวิธีต้มกลั่นและใช้ตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิดความเข้มข้นตั้งแต่ 5,000 ppm ยับยั้งการเจริญเติบโตของเส้นใยได้อย่างสมบูรณ์เป็นเวลา 7 วัน ในการทดสอบการยับยั้งการงอกของสปอร์ พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากข่าสกัดด้วยตัวทำละลายทั้ง 2 ชนิด ที่ความเข้มข้น 5,000 และ 10,000 ppm ยับยั้งการงอกได้ร้อยละ 100 เป็นเวลา 12 ชั่วโมง แต่น้ำมันหอมระเหยจากข่าที่ได้จากการต้มกลั่นมีประสิทธิภาพในการยับยั้งได้ 24 ชั่วโมง

เอกสารอ้างอิง

กฤติกา นรจิต, 2548, คุณสมบัติของสารสกัดจากพืชวงศ์ขิง : อิทธิพลของวิธีการสกัดต่อการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียและการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระ, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีชีวเคมี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

บัญญัติ สุขศรีงาม, 2518, เครื่องเทศที่ใช้เป็นสมุนไพร เล่ม 1, อมรการพิมพ์, กรุงเทพฯ, หน้า 103.

อารีย์ วรัญญูวัฒก์, 2544, ถั่วเหลือง ถั่วลิสง และละหุ่ง, โรงพิมพ์โชติวงศ์, กรุงเทพฯ, หน้า 82.

Konning, G. H., Agyare, C., Ennison, B., 2004, Antimicrobial activity of some medicinal plants from Ghana, Fitoterapia, 75: 65-67.

Nguefack, J., Leth, V., Amvam Zollo, P.,H., 2004, Evaluation of five essential oils from aromatic plants of Cameroon for controlling food spoilage and mycotoxin producing fungi, International Journal of Food Microbiology, 94: 329-334.

Christine, E. F., Myron, L. S., Lanna J. L., 2003, Inhibition of human pathogenic fungi by member of Zingiberaceae used by the Kenyah (Indonesian Borneo), Journal of Ethnopharmacology 85, 289-293.

การศึกษาชนิดพืชที่ทนต่อมลภาวะทางอากาศ (ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์) จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย

Susceptibility of Crop Species for Air Pollutant (SO_2) from Maemoh Power Plant, Lumpang Province by Using Muti-Criteria Decision Making (MCDM)

ปิยะรัตน์ ปัทม์แก้ว [1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]
Padkaew, P.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

Susceptibility of 88 crop species for air pollutant (SO_2) from Maemoh power plant, Lumpang province by using Muti-Criteria Decision Making (MCDM) was studied. Susceptibility of crop species could be separated into 3 groups; low susceptibility (LS), medium susceptibility (MS) and high susceptibility (HS). For LS group, there was 33 crop species such as onion, garlic, broccoli, cabbage, kale, asparagus, castor bean, coffee, coconut, longan, mangosteen, sunflower and marigold. It was found that most of plants, 41 species were in MS group; corn, sugar cane, sesame, peas, eggplant, chili, sacred basil, sweet basil, citrus, mango, santol and longkong. In addition to HS group, 14 crop species were in this group included cucumber, musk melon, luffa, pumpkin, pineapple, sweet bamboo, rice, glutinous rice and orchid.

Keywords : sulfurdioxide, air pollutant, Maemoh power plant, Multi-criteria Decision Making(MCDM)

บทคัดย่อ

จากการศึกษาพืช 88 ชนิด ที่สามารถทนต่อมลภาวะทางอากาศ (ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์) จากโรงไฟฟ้าแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย (Multi-Criteria Decision: MCDM) สามารถแบ่งพืชตามความเสี่ยงจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ 3 กลุ่ม คือ ระดับต่ำ (Low Susceptibility: LS) ระดับปานกลาง (Medium Susceptibility: MS) และระดับสูง (High Susceptibility: HS) โดยพืชกลุ่ม LS มีทั้งหมด 33 ชนิด ได้แก่ หอม กระเทียม บล็อกโคลี กระหล่ำปลี คะน้า หน่อไม้ฝรั่ง ละหุ่ง กาแฟ มะพร้าว ลำไย มังคุด ทานตะวันและดาวเรือง เป็นต้น ขณะที่พืชส่วนใหญ่พบอยู่ในกลุ่ม MS จำนวน 41 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ อ้อย งา ถั่วต่างๆ มะเขือ พริก กระเพรา โหระพา ส้ม มะม่วง กระท้อนและลองกอง เป็นต้น และพืชกลุ่มเสี่ยง HS พบพืชในกลุ่มนี้ 14 ชนิด ส่วนใหญ่เป็นพืชผักพวก แตงกวา แตงไทย บวบ ฟักทอง สับปะรด ไผ่ตง ข้าว ข้าวเหนียวและกล้วยไม้ เป็นต้น

คำสำคัญ : ซัลเฟอร์ไดออกไซด์ มลพิษทางอากาศ โรงไฟฟ้าแม่เมาะ เทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย

คำนำ

การผลิตไฟฟ้าในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง (Figure 1) ก่อให้เกิดอัตราการจ้างแรงงานท้องถิ่นและการพัฒนาด้านเศรษฐกิจที่สูงขึ้น ขณะที่เกิดปัญหามลพิษตามมาในเวลาเดียวกัน ปัจจุบันโรงไฟฟ้าแม่เมาะใช้มาตรฐานสากลในการควบคุมการปล่อยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ออกสู่บรรยากาศ ความเข้มข้นของก๊าซพิษอยู่ในระดับมาตรฐานไม่ก่อให้เกิดผลเสียต่อประชาชนในพื้นที่ (Figure 2) แต่พืชมีความทนทานต่อก๊าซพิษในระดับที่แตกต่างออกไป ซึ่งการได้รับก๊าซพิษในปริมาณน้อยเพียง 0.01 ppm ต่อเนื่องเป็นระยะเวลานาน อาจส่งผลให้เกิดความเสียหายได้ (Posthmus, 1998) ดังนั้นการศึกษาชนิดพืชที่ทนต่อมลภาวะทางอากาศ (ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์) อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการจัดการสำหรับเลือกผลิตพืชเกษตรที่เหมาะสมในพื้นที่ เพื่อรองรับปัญหาคุณภาพอากาศที่มีผลต่อการผลิตพืช รวมทั้งได้ฐานข้อมูลพืชที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนพัฒนาปรับปรุงการเกษตร และประยุกต์ใช้กับพืชเกษตรในเขตอุตสาหกรรมอื่นๆ ต่อไป

[1] คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1] School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein Bangkok 10150

อุปกรณ์และวิธีการ

การศึกษาครั้งนี้ใช้การวิเคราะห์ข้อมูลเบื้องต้นจากเอกสาร (documentary research) ที่เกี่ยวข้อง เพื่อนำมาใช้ประกอบการคัดเลือกชนิดพืชที่เหมาะสมในพื้นที่อำเภอแม่เมาะ จังหวัดลำปาง ร่วมกับผู้ชำนาญด้านการผลิตพืช โดยรวบรวมข้อมูลพื้นที่ศึกษาจากหน่วยงานต่างๆ และคัดเลือกพืชที่ใช้ในการศึกษาจากพืชที่ราชการส่งเสริม พืชเศรษฐกิจและพืชในท้องถิ่น รวมจำนวน 88 ชนิด สำหรับการจำแนกพืชใช้เทคนิคการวิเคราะห์ โดยใช้ปัจจัยหลักในการวิเคราะห์ 2 ปัจจัย ได้แก่ ปัจจัยชนิดพืชและปัจจัยความต้องการธาตุซัลเฟอร์ของพืช ศึกษาโดยการใช้เอกสาร แบบสอบถาม และการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย (Multi Criteria Decision Making : MCDM) (Bakker, 1998) โดยให้ผู้เชี่ยวชาญด้านการผลิตพืชให้คะแนนความสำคัญ (weighting score) ของปัจจัย และประเมินระดับความเสี่ยง (rating score) ตามกลุ่มการจำแนกพืชแต่ละปัจจัย หาค่าฐานคะแนนรวม (criteria score) ของแต่ละชนิดพืชแต่ละปัจจัย คัดเลือกพืชที่มีระดับความเสี่ยงที่แตกต่างกัน โดยวิเคราะห์หาระดับความเสี่ยงของพืชศึกษารวมทุกปัจจัย เพื่อให้ได้เป็นชนิดพืชที่มีระดับความเสี่ยงตามปัจจัยชนิดพืชและปัจจัยความต้องการธาตุซัลเฟอร์ของพืช

ผล

การคัดเลือกชนิดพืชที่มีความเสี่ยงต่อมลพิษระดับต่างๆ ผู้เชี่ยวชาญได้ให้ความสำคัญ (weighting score) ของปัจจัยชนิดพืชและปัจจัยความต้องการธาตุซัลเฟอร์ของพืชมีความสำคัญเท่ากัน เมื่อวิเคราะห์ค่าฐานคะแนนรวมแล้วสามารถแบ่งพืชตามความเสี่ยงจากก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ได้ 3 กลุ่ม คือ ระดับต่ำ (Low Susceptibility: LS) ระดับปานกลาง (Medium Susceptibility: MS) และระดับสูง (High Susceptibility: HS) (Table 1)

กลุ่มพืชที่มีระดับความเสี่ยงสูง ซึ่งค่าฐานคะแนนรวมมีค่ามากกว่า 300 คะแนน มีจำนวน 14 ชนิด ได้แก่ ข้าวเจ้า ข้าวเหนียว สับปะรด ไผ่ตง แตงโม ตะไคร้ แตงกวา แตงร้าน บวบ มะระ ผักบุ้ง ฟักทอง แตงไทย และกล้วยไม้

กลุ่มพืชที่มีระดับความเสี่ยงปานกลาง ซึ่งค่าฐานคะแนนรวม เท่ากับ 275-300 คะแนน มีจำนวน 41 ชนิด ได้แก่ ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ งา ถั่วลิสง ถั่วเขียว ถั่วเหลือง ฝ้าย อ้อย กระท้อน กล้วย น้อยหน่า มะขาม มะนาว มะม่วง ลองกอง ส้มเขียวหวาน ส้มโอ มะเฟือง มะกอก มะปราง ข้าวโพดหวาน พริกขี้หนู พริกชี้ฟ้า พริกหยวก ข้าวโพดฝักอ่อน ถั่วฝักยาว มะเขือเทศ มะเขือยาว มะเขือเปราะ กระเจี๊ยบเขียว ผักชี ขึ้นฉ่าย มะกรูด ผักกาดหอม ถั่วลันเตา กระเพรา โหระพา แมงลัก สะระแหน่ กุหลาบ มะลิและธรรมรักษา

กลุ่มพืชที่มีระดับความเสี่ยงต่ำ ซึ่งค่าฐานคะแนนรวม เท่ากับ 250-275 คะแนน มีจำนวน 33 ชนิด ได้แก่ มันสำปะหลัง ละหุ่ง กาแฟ ขนุน ชมพู่ ฝรั่ง มะพร้าว มะละกอ ละมุด ลำไย ลิ้นจี่ พุทรา มะยม ทับทิม มังคุด กระเทียม หอมแดง ข่า ขิง บล็อกโคลี่ หน่อไม้ฝรั่ง ผักกวางตุ้ง ผักคะน้า กระหล่ำปลี กระหล่ำดอก ผักกาดขาวปลี ผักกาดเขียวปลี ผักกาดหัว หอมใหญ่ ดาวเรือง เบญจมาศ เยอบีร่าและทานตะวัน นอกจากนี้พบว่าไม่มีพืชศึกษาชนิดใดที่ไม่มีระดับความเสี่ยงเลย

วิจารณ์ผล

การจัดระดับความเสี่ยงของพืชต่อมลพิษออกเป็น 3 กลุ่ม โดยพิจารณาพืชที่มีการสังเคราะห์แสงสูงและมีอัตราการใช้น้ำต่ำ ซึ่งพืช C_4 เช่น ข้าวโพด อ้อย จะมีประสิทธิภาพในการนำซัลเฟตไปใช้ในกระบวนการต่างๆ มากกว่าพืชอื่นๆ (สัมฤทธิ์, 2538) ทำให้เหลือซัลเฟตตกค้างในเนื้อเยื่อพืชน้อย จึงมีความเป็นพิษต่อพืชน้อยกว่า นอกจากนี้พบว่าพืช C_3 ซึ่งเป็นพืชศึกษาส่วนใหญ่ จะมีความไวต่อก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์สูงกว่าพืช C_4 (Ziegler, 1973) ส่วนพืช CAM ที่มีการเปิดปากใบตอนกลางคืนพบว่าจะเกิดความเสียหายมากกว่าพืชอื่น เนื่องจากซัลเฟอร์ตอบสนองต่อแสงสูง ดังนั้นการเปิดปากใบตอนกลางคืน ทำให้ก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์แพร่เข้าสู่เนื้อเยื่อพืช แต่ประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงของพืชชนิดนี้ต่ำกว่าพืช C_4 จึงเกิดการตกค้างของซัลเฟอร์มาก ก่อให้เกิดความเป็นพิษในเนื้อเยื่อสูง ทำให้พืชในกลุ่มนี้ได้แก่ สัปปะรดและกล้วยไม้ มีความเสี่ยงต่อมลพิษสูง โดยทั่วไปพืชปกติจะมีซัลเฟอร์ 0.1-0.5% โดยน้ำหนัก ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีความต้องการซัลเฟอร์ในปริมาณต่อน้ำหนักที่แตกต่างกัน เช่น พืชวงศ์ Brassicaceae มีความต้องการซัลเฟตสูงถึง 1.1-1.7% ซึ่งมีปริมาณสูงกว่าพืชวงศ์ Fabaceae จำพวกถั่วต่างๆ ที่ต้องการซัลเฟอร์ในปริมาณ 0.25-0.3% แต่ธัญพืชวงศ์ Poaceae เช่น ข้าว ข้าวโพด ต้องการซัลเฟอร์เพียง 0.18-0.19% ในการเจริญเติบโต (ยงยุทธ์, 2546) ทำให้พืชวงศ์หญ้าถูกจัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยงสูงและปานกลาง นอกจากนี้พืชที่มีกลิ่นฉุนอย่างพืชวงศ์ Alliaceae เช่น หอม กระเทียม มีความต้องการซัลเฟอร์ในการสร้างสารอัลลิอีน (Alliins) สูง ซึ่งสารอัลลิอีนจะถูกกระตุ้นให้เกิดกิจกรรมของเอนไซม์อัลลิอิเนส (Alliinase) สูงขึ้น ซึ่งเร่งปฏิกิริยาการเปลี่ยนแปลงจากอัลลิอีนเป็นอัลลิซิน ซึ่งเป็นสารตั้งต้นสำหรับการสังเคราะห์สารระเหย (Voet และ Voet, 1990) ดังนั้นพืชที่มีกลิ่นฉุนมากๆ จึงจัดอยู่ในกลุ่มเสี่ยงต่ำ

Table 1 การแบ่งระดับชั้นความเสี่ยงของพืชศึกษาออกเป็น 3 ระดับ ได้แก่ ระดับต่ำ (Low Susceptibility: LS) ระดับปานกลาง (Medium Susceptibility: MS) และระดับสูง (High Susceptibility: HS)

ความเสี่ยงระดับสูง (High Susceptibility: HS)	ความเสี่ยงระดับปานกลาง (Medium Susceptibility: MS)	ความเสี่ยงระดับต่ำ (Low Susceptibility: LS)
ข้าวเจ้า (350) ข้าวเหนียว (350) สับปะรด (400) ไผ่ตง (350) แตงโม (350) ตะไคร้ (350) แตงกวา (350) แตงร้าน (350) บวบ (350) มะระ (350) ผักบุ้ง (350) ฟักทอง (350) แตงไทย (350) และกล้วยไม้ (350)	ข้าวโพดเลี้ยงสัตว์ (300) งา (300) ถั่วลิสง (300) ถั่วเขียว (300) ถั่วเหลือง (300) ฝ้าย (300) อ้อย (300) กระท้อน (300) กล้วย (300) น้อยหน่า (300) มะขาม (300) มะนาว (300) มะม่วง (300) ลองกอง (300) ส้มเขียวหวาน (300) ส้มโอ (300) มะเฟือง (300) มะกอก (300) มะปราง (300) ข้าวโพดหวาน (300) พริกขี้หนู (300) พริกชี้ฟ้า (300) พริกหยวก (300) ข้าวโพดฝักอ่อน (300) ถั่วฝักยาว (300) มะเขือเทศ (300) มะเขือยาว (300) มะเขือเปราะ (300) กระเจี๊ยบเขียว (300) ผักชี (300) ขึ้นฉ่าย (300) มะกรูด (300) ผักกาดหอม (300) ถั่วลันเตา (300) กระเพรา (300) โหระพา (300) แมงลัก (300) สะระแหน่ (300) กุหลาบ (300) มะลิ (300) และธรรมรักษา (300)	มันสำปะหลัง (250) ละหุ่ง (250) กาแฟ (250) ขนุน (250) ชมพู่ (250) ฝรั่ง (250) มะพร้าว (250) มะละกอ (250) ละมุด (250) ลำไย (250) ลิ้นจี่ (250) พุทรา (250) มะยม (250) ทับทิม (250) มังคุด (250) กระเทียม (250) หอมแดง (250) ข่า (250) ขิง (250) บล็อกโคลี่ (250) หน่อไม้ฝรั่ง (250) ผักกวางตุ้ง (250) ผักคะน้า (250) กระหล่ำปลี (250) กระหล่ำดอก (250) ผักกาดขาวปลี (250) ผักกาดเขียวปลี (250) ผักกาดหัว (250) หอมใหญ่ (250) ดาวเรือง (250) เบญจมาศ (250) เยอบีร่า (250) และทานตะวัน (250)

หมายเหตุ ตัวเลขในวงเล็บ ( ) เป็นค่าฐานคะแนนรวม (Criteria score)

สรุปผล

การศึกษาชนิดพืชที่มีความทนต่อมลภาวะทางอากาศ โดยใช้เทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย เป็นการวิเคราะห์โดยนำข้อมูลเอกสารวิชาการมาประยุกต์ให้เกิดประโยชน์ต่อพื้นที่ศึกษา สามารถแบ่งระดับความเสี่ยงของพืชและนำมาปรับใช้กับการผลิตพืชในพื้นที่ ทำให้เกิดเป็นฐานข้อมูลทางการเกษตรเพื่อใช้ในการปรับปรุงและจัดการการผลิตพืชในพื้นที่เขตอุตสาหกรรมได้ โดยสามารถแบ่งความเสี่ยงได้เป็น 3 ระดับ คือ ความเสี่ยงสูง ปานกลาง และต่ำ ซึ่งวิธีการวิเคราะห์โดยใช้ปัจจัยชนิดพืช สามารถแบ่งระดับความเสี่ยงของพืชโดยนำประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสง การปิด-เปิดของปากใบเป็นเกณฑ์ในการพิจารณา เพื่อวิเคราะห์ประสิทธิภาพการใช้ประโยชน์ซัลเฟตของพืช นอกจากนี้ความต้องการใช้ธาตุซัลเฟอร์ในการเจริญเติบโตเป็นอีกปัจจัยหนึ่งที่สามารถใช้แบ่งระดับความเสี่ยงของพืชได้ เมื่อพิจารณาร่วมทั้งสองปัจจัยจะทำให้วิธีการคัดเลือกพืชที่ทนต่อก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์มีประสิทธิภาพมากยิ่งขึ้น และเพื่อให้เกิดประโยชน์สูงสุดต่อการปรับใช้พืชที่ทนต่อมลภาวะทางอากาศจำเป็นต้องมีการพิจารณาควบคู่ไปกับข้อมูลลักษณะเฉพาะของพื้นที่

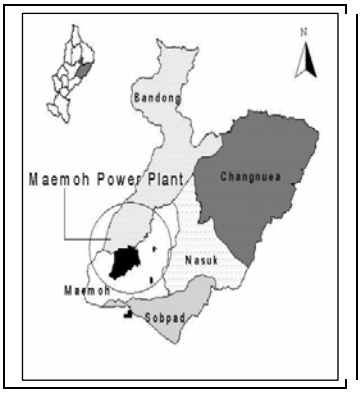


Figure 1 Location of Amphur Maemoh and Maemoh Power plant areas.

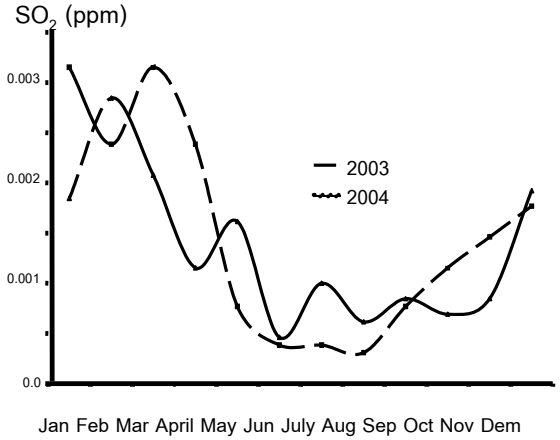


Figure 2 SO_2 concentration from Maemoh Power Plant, Lumpang Province in 2003 - 2004.

เอกสารอ้างอิง

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, 2538, แร่ธาตุอาหารพืชสวน, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น, 604 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา, 2546, ธาตุอาหารพืช, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 424 หน้า.

Bakker and E. J., 1998, Application of Multiple Criteria Decision Making for the design and analysis of greenhouse cropping systems, Acta Horticulturae, No.456, 509-514.

Posthumus and A. C., 1998, Air pollution and global change: significance and prospectives. In: Responses of Plant Metabolism to Air Pollution and Global Change, Backhuys Publ, 3-14.

Voet, D. and Voet, J. G., 1990, Biochemistry, John Wiley and Sons. Inc. New York, 250.

Ziegler and I., 1973, Effect of sulphite on phosphoenolpyruvate carboxylase and malate formation in extracts of Zea mays, Phytochem, 12: 1027-1030.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 37-40 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 37-40 (2550)

การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์ของมะขามหวาน 5 พันธุ์

A Comparative Study on the Characteristics of 5 Cultivars of Sweet Tamarind (*Tamarindus indica* Linn.)

กวิศร์ วานิชกุล[1] และ สุรีวรรณ สุคนธรส[1]
Wanichkul, K.[1] and Sukontharos, S.[1]

Abstract

A comparative study on the characteristics of 5 cultivars of sweet tamarind (Pragaythong, Khanti, Srithong, Srichompoo and Muenjong) was done at Pakchong district, Nakornratchasrima Province. The result showed that similar characteristics could not be classified according to each cultivar, such as canopy, bark, leaf arrangement, leaf shape, leaf base, and leaf color. On examination it was found that each cultivar was different in leaf apex, pulp color, pod color, p/eel thick, seed shape, seed size, seed weight, seed numbers/pod and seed color. However these characteristics could not be used for comparison purposes because the differences were not clearly identifiable an eye. A statistic based analysis of some characteristics of sweet tamarinds, such as leaf size, pod size, pod shape, pulp weight/pod, pod weight, pod numbers/kg, soluble solids (SS), tartaric acid (TA) and percent recovery showed significant differences between the five cultivars.

Keywords : cultivar, identification, sweet tamarind, *Tamarindus indica* L.

บทคัดย่อ

การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์ของมะขามหวาน 5 พันธุ์ คือ พันธุ์ประกายทอง พันธุ์ขันตี พันธุ์สีทอง พันธุ์ศรีชมภู และพันธุ์หมื่นจง ณ สถานีวิจัยปากช่อง จ.นครราชสีมา พบว่า ลักษณะที่เหมือนกันไม่สามารถนำมาใช้จำแนกพันธุ์ได้ คือ ลักษณะทรงพุ่มและเปลือกลำต้น การจัดเรียงตัวของใบย่อย และใบรวม ชนิดของใบย่อย รูปร่างใบย่อย ฐานใบย่อย และสีใบ ลักษณะที่มีความแตกต่างกันสามารถใช้ในการจำแนกบางพันธุ์ได้ แต่ไม่เหมาะสมนำมาเป็นเกณฑ์ เพราะไม่สามารถจำแนกพันธุ์ต่างๆ ได้อย่างชัดเจนด้วยตาเปล่า คือ ปลายใบย่อย สีเนื้อ สีฝัก ความหนาเปลือก ลักษณะเมล็ด ขนาดเมล็ด น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก จำนวนเมล็ดต่อฝัก และสีเมล็ด ลักษณะเด่นที่มีความแตกต่างกันทางสถิติและสามารถใช้จำแนกมะขามหวานทั้ง 5 พันธุ์ได้ดี คือ ขนาดใบย่อยและใบรวม ขนาดฝัก รูปร่างฝัก น้ำหนักเนื้อ/ฝัก น้ำหนักฝัก จำนวนฝัก/กิโลกรัม ปริมาณ soluble solids (SS) ปริมาณกรดทาร์ทาริก (TA) และเปอร์เซ็นต์ส่วนที่รับประทานได้ (percent recovery)

คำสำคัญ : พันธุ์ การเปรียบเทียบ มะขามหวาน *Tamarindus indica* L.

คำนำ

มะขามในประเทศไทยแบ่งกลุ่มได้เป็น 2 กลุ่ม คือ มะขามเปรี้ยวและมะขามหวาน (ดีพร้อม, 2533) ปัจจุบันมีพันธุ์มะขามหวานมากกว่า 20 พันธุ์ ที่รู้จักกันดี ได้แก่ หมื่นจง สีทอง ศรีชมภู อินทผาลัม และน้ำผึ้ง (กนก, 2534) ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องจำแนกพันธุ์ของมะขามหวาน เพื่อจะทราบถึงลักษณะต่างๆ ของแต่ละพันธุ์ มีผู้ทำรายงานลักษณะพันธุ์มะขามไว้บ้าง (สุรพงษ์ และจินตกร, 2534) แต่ยังไม่มีข้อมูลเปรียบเทียบเชิงวิชาการ การศึกษาเปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์ของมะขามหวานในครั้งนี้เลือกมะขามหวานทั้งหมด 5 พันธุ์ ได้แก่ หมื่นจง ศรีชมภู ขันตี สีทอง พันธุ์ประกายทอง

อุปกรณ์และวิธีการ

สุ่มต้นมะขามหวานทั้ง 5 พันธุ์ เพื่อใช้ในการทดลองครั้งนี้ จากสถานีวิจัยปากช่องและบริเวณใกล้เคียง วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) ให้มะขามแต่ละพันธุ์เป็นสิ่งทดลอง สุ่มเก็บใบ และฝักมะขามหวานพันธุ์ละ 10 ซ้ำ ซ้ำละ 1 หน่วย เปรียบเทียบลักษณะต้น การจัดเรียงตัวของใบย่อย ปลายใบ ฐานใบ ความกว้าง ความยาว

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
[1] Department of Horticulture, Faculty of Agricultural at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Nakhon Pathom 73140

ของใบ จำนวนคู่ใบ เทียบสีใบ ลักษณะฝักแบบต่าง ๆ ความกว้าง ความยาวของฝัก ความหนาเปลือก จำนวนฝักต่อกิโลกรัม น้ำหนักเนื้อต่อฝัก ลักษณะเมล็ด จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ดต่อฝัก น้ำหนักเมล็ด และสุ่มฝักมะขามหวานทั้ง 5 พันธุ์ที่เหลืออีกครั้ง พันธุ์ละ 2 ซ้ำ ซ้ำละ 1 หน่วย เพื่อศึกษาเรื่องปริมาณกรดและปริมาณ soluble solids (SS) วัดปริมาณกรดในเนื้อผลด้วยวิธี titration และแทนค่าในรูปของกรดทาร์ทาริก วัดปริมาณ SS ด้วย hand refractometer และเปอร์เซ็นต์ส่วนที่รับประทานได้ (percentage recovery)

ผล

เปลือกลำต้นทั้ง 5 พันธุ์มีลักษณะเหมือนกัน ใบย่อยจัดเรียงตัวแบบ Opposite ใบย่อยเป็นแบบ even-pinnate รูปร่างใบย่อยเป็นแบบ Oblong ฐานใบย่อยเป็นแบบ Oblique ลักษณะของปลายใบย่อยมีความแตกต่างกัน คือ พันธุ์ประกายทองและพันธุ์ขันตีปลายใบย่อยเป็นแบบ Truncate พันธุ์สีทอง พันธุ์ศรีชมภู และพันธุ์หมื่นจงปลายใบย่อยเป็นแบบ Retuse มีขนาดใบย่อยแตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์สีทองมีความกว้างใบย่อยมากที่สุด ส่วนพันธุ์ประกายทองมีความยาวใบย่อยมากที่สุด การจัดเรียงตัวของใบรวมบนกิ่งเป็นแบบ Alternate และสีใบเป็นสี Green Group 137A เหมือนกัน แต่ความกว้าง ความยาวใบรวม และจำนวนคู่ใบย่อยบนใบรวมของมะขามหวานทั้ง 5 พันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

Table 1 leaf width and leaf length of 5 cultivars of sweet tamarind.

Cultivar	Leaf width (cm)	Leaf length (cm)	Number of leaflet (pair)
Pragaythong	4.44ab[1]	12.80b[1]	14.40b[1]
Khanti	3.72d	11.72c	13.10c
Srithong	4.23bc	12.38bc	16.10a
Srichompoo	4.67a	13.94a	15.80a
Muenjong	3.98cd	11.45c	16.00a
F-test	*	*	*
C.V. (%)	8.88	7.91	8.64

* Significant at 5% level

[1] Mean within the same column followed by the same letter is not significant difference at 5% level according to DMRT.

พันธุ์หมื่นจง ฝักกลม ฝักโค้งเป็นรูปวงฆ้อง เปลือกฝักสี Greyed-Purple 187A เนื้อผลสี Greyed-Orange 165A พันธุ์ศรีชมภู ลักษณะฝักเหยียดตรงและกลมหรือที่เรียกว่า “ฝักดิ่ง” แต่บางฝักอาจโค้งงอเล็กน้อย เปลือกฝักสี Greyed-Purple 187A เนื้อผลสี Greyed-Orange 166A พันธุ์ขันตี ฝักค่อนข้างตรงหรือโค้งเล็กน้อยที่เรียกว่า “ฝักดาบ” ฝักสั้นและกลมเห็นข้อฝักชัดเจน เปลือกฝักสี Greyed-Purple 187B เนื้อผลสี Greyed-Orange 166B พันธุ์สีทอง ฝักกลม ฝักเป็นฝักโค้ง ขนาดใหญ่ยาว เปลือกฝักสี Greyed-Purple 187A เนื้อผลสี Greyed-Orange 165A พันธุ์ประกายทอง ฝักค่อนข้างกลมตรงถึงโค้งเล็กน้อย เปลือกฝักสี Greyed-Purple 187B เนื้อผลสี Greyed-Purple 187A ความกว้าง ความยาว และความหนาของฝักมะขามหวานทั้ง 5 พันธุ์แตกต่างกันทางสถิติ โดยพันธุ์ประกายทองมีความกว้างฝักมากที่สุด พันธุ์ประกายทองมีความหนาฝักเฉลี่ยมากที่สุด (Table 2) น้ำหนักเนื้อ/ฝัก น้ำหนัก/ฝัก จำนวนฝัก/กิโลกรัมมีความแตกต่างกันทางสถิติ พันธุ์สีทองมีน้ำหนักเนื้อ/ฝัก และน้ำหนัก/ฝักเฉลี่ยมากที่สุด พันธุ์ศรีชมภูมีน้ำหนักเนื้อ/ฝัก น้ำหนัก/ฝักเฉลี่ยน้อยที่สุด ความหนาเปลือกแตกต่างกันทางสถิติ (Table 3) ลักษณะที่แตกต่างกันทางสถิติของเมล็ดคือ รูปร่าง ความกว้าง ยาว น้ำหนักเมล็ด/ฝัก จำนวนเมล็ด/ฝัก พันธุ์หมื่นจง เมล็ดค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยม เปลือกเมล็ดสีเทาอมส้ม (Greyed-Orange 165B) พันธุ์ขันตี เมล็ดเป็นสี่เหลี่ยมผืนผ้า เปลือกเมล็ดสีเทาอมน้ำตาล (Grey-Brown N 199C) พันธุ์ศรีชมภู เมล็ดค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยม มีขนาดเล็ก ด้านหนึ่งของหัวเมล็ดมีจุก เปลือกเมล็ดสีเทาอมน้ำตาล (Grey-Brown N 199C) พันธุ์สีทอง เมล็ดค่อนข้างกลมมีเหลี่ยมบ้าง เมล็ดมีขนาดใหญ่ เปลือกเมล็ดสีเทาอมส้ม (Greyed-Orange 165B) พันธุ์ประกายทอง เมล็ดค่อนข้างเป็นสี่เหลี่ยมเปลือกเมล็ดสีเทาอมน้ำตาล (Grey-Brown N 199D) พบว่า %SS %TA SS/TA และ % recovery ของมะขามหวานทั้ง 5 พันธุ์มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 4) พันธุ์หมื่นจงมีอัตราส่วน SS/TA เฉลี่ยสูงที่สุด พันธุ์ประกายทองมีร้อยละส่วนที่สามารถรับประทานได้ (% recovery) เฉลี่ยสูงที่สุด

Table 2 Length, width and thickness of pod of 5 cultivars of sweet tamarind.

Cultivar	Width (cm)	Length (cm)	Thickness (cm)
Pragaythong	2.78a[1]	10.59c[1]	2.23a[1]
Khanti	2.45b	14.53b	2.01b
Srithong	2.37b	21.40a	1.93bc
Srichompoo	2.03c	13.25b	1.89c
Muenjong	2.42b	22.12a	1.91c
F-test	*	*	*
C.V.(%)	11.07	29.48	7.00

* Significant at 5% level

[1] Mean within the same column followed by the same letter are not significant difference at 5% level according to DMRT

Table 3 Pulp weight per pod, weight/ pod and number of pod/kg of 5 cultivars of sweet tamarind.

Cultivar	Pulp weight/pod (g)	Weight/pod (g)	Nr. of pod/kg
Pragaythong	15.06a[1]	27.50c[1]	46.00b[1]
Khanti	13.62bc	29.50bc	42.00c
Srithong	14.15a	33.00a	32.00d
Srichompoo	10.03c	20.00d	56.67a
Muenjong	12.27b	32.00ab	39.33c
F-test	*	*	*
C.V.(%)	15.01	18.19	21.06

* Significant at 5% level

[1] Mean within the same column followed by the same letter are not significant difference at 5% level according to DMRT

Table 4 SS, TA, SS/TA and recovery of 5 cultivars of sweet tamarind.

Cultivar	SS (%)	TA (%)	SS/TA	Recovery (%)
Pragaythong	67.50a[1]	3.76a[1]	17.97c[1]	54.76a[1]
Khanti	56.10b	2.97b	18.89c	46.17bc
Srithong	64.80a	2.27c	28.49b	42.88c
Srichompoo	45.60c	2.14cd	22.14bc	50.15b
Muenjong	66.00a	1.58d	41.87a	38.34d
F-test	*	*	*	*
C.V.(%)	15.32	33.05	38.06	13.67

* Significant at 5% level

[1] Mean within the same column followed by the same letter are not significant difference at 5% level according to DMRT

วิจารณ์ผล

ผลการศึกษาขนาดใบย่อยที่ได้ไม่สอดคล้องกับกนก(2534) ทั้งนี้ขนาดใบอาจเปลี่ยนไปได้ตามสภาพแวดล้อม อายุของใบ สำหรับรูปร่างฝัก ขนาดฝัก น้ำหนักเนื้อต่อฝัก น้ำหนักต่อฝัก จำนวนฝักต่อกิโลกรัม ความหนาเปลือก สีเนื้อและสีเปลือก สามารถใช้จำแนกพันธุ์มะขามหวานทั้ง 5 พันธุ์ได้ เช่นเดียวกันกับที่มีรายงานไว้แล้ว (ดีพร้อม, 2531) นอกจากนี้ความหนาเปลือก สีเนื้อและสีเปลือกใช้จำแนกพันธุ์มะขามหวานทั้ง 5 พันธุ์ได้ แต่เป็นเกณฑ์ที่ไม่เหมาะสมมากนักเพราะไม่สามารถแยกได้อย่างชัดเจน เมล็ดในแต่ละพันธุ์มีความแตกต่างกันน้อยมากและไม่ชัดเจน เหมือนกับในไม้ผลอื่น (สุกัญญา, 2538) มะขามหวานจะมีปริมาณกรดทาร์ทาริกน้อยมาก แต่มีปริมาณ SS มากตั้งแต่ 30% ขึ้นไป แต่ละพันธุ์จะมีปริมาณ SS ต่างกัน ซึ่ง

สามารถใช้ในการจำแนกพันธุ์ได้ การศึกษาครั้งนี้พบว่าปริมาณ SS ที่ได้สูงมาก คือ 45-67% ซึ่งจากการตรวจเอกสารส่วนใหญ่จะอยู่ที่ 30-40% ทั้งนี้อาจเกิดจากความแตกต่างทางด้านวิธีการทดลอง รวมทั้งตัวอย่างที่นำมาทำการศึกษาอาจแตกต่างกัน เช่น เก็บตัวอย่างจากสภาพแวดล้อมต่างกัน เป็นต้น มะขามแต่ละพันธุ์มีลักษณะเด่นดังนี้ พันธุ์ประกายทอง ฝักค่อนข้างกลมตรงถึงโค้งเล็กน้อย ฝักขนาดใหญ่ ปริมาณ SS TA และเปอร์เซนต์ส่วนที่สามารถรับประทานได้สูงที่สุด พันธุ์ขันตี ลักษณะฝักค่อนข้างตรงหรือโค้งเล็กน้อยที่เรียกว่า “ฝักดาบ” ฝักสั้นและกลมเห็นข้อฝักชัดเจน ฝักค่อนข้างใหญ่ ขนาดใบรวมเล็กที่สุด พันธุ์สีทอง ลักษณะฝักกลม ฝักเป็นฝักโค้งขนาดใหญ่ น้ำหนักเนื้อต่อฝัก น้ำหนักต่อฝักมากที่สุด มีปริมาณ SS สูง เป็นพันธุ์ที่มีลักษณะดีที่สุดในการศึกษาครั้งนี้ พันธุ์ศรีชมภู ลักษณะฝักขนาดเล็ก ฝักเหยียดตรงและกลมหรือที่เรียกว่า “ฝักดิ่ง” แต่บางฝักอาจโค้งงอเล็กน้อย ขนาดของใบรวมและขนาดของใบย่อยมีขนาดใหญ่ที่สุด น้ำหนักเนื้อต่อฝัก น้ำหนักต่อฝักน้อยที่สุด ปริมาณ SS ต่ำที่สุด พันธุ์หมื่นจงลักษณะฝักกลมค่อนข้างใหญ่ ฝักโค้งเป็นรูปวงฆ้อง บางฝักโค้งเกือบจรดกันเป็นวงกลม ปริมาณ SS สูง มีปริมาณ TA และส่วนที่สามารถรับประทานได้ต่ำที่สุด

สรุปผล

ผลการศึกษาลักษณะประจำพันธุ์มะขามหวาน 5 พันธุ์ ได้แก่ พันธุ์ประกายทอง พันธุ์ขันตี พันธุ์สีทอง พันธุ์ศรีชมพู และพันธุ์หมื่นจง พบว่าลักษณะที่ไม่สามารถนำมาใช้ในการจำแนกพันธุ์ได้อย่างชัดเจน คือ ทรงพุ่ม ลำต้น สีเปลือกลำต้น การจัดเรียงตัวของใบย่อยและใบรวม ชนิดของใบย่อย รูปร่างใบย่อย ฐานใบย่อย ปลายใบย่อย สีใบ จำนวนเกสรตัวผู้และตัวเมีย ความหนาเปลือก สีเปลือก สีเนื้อ ลักษณะของเมล็ด น้ำหนักเมล็ด/ฝัก จำนวนเมล็ด/ฝัก และสีเมล็ด ลักษณะเด่นที่สามารถใช้เป็นเกณฑ์ในการจำแนกพันธุ์ได้ชัดเจนที่สุด คือ ขนาดใบรวมและใบย่อย ขนาดฝัก รูปร่างฝัก น้ำหนักเนื้อ/ฝัก น้ำหนัก/ฝัก จำนวนฝัก/กิโลกรัม ปริมาณกรดทาร์ทาริก (TA) และ soluble solids (SS) ในน้ำคั้นจากเนื้อผล

เอกสารอ้างอิง

กนก ชวนานนท์, 2534, คู่มือมะขามหวาน, มิตรสยาม, กรุงเทพฯ, 128 หน้า.

ดีพร้อม ไชยวงศ์เกียรติ, 2533, มะขามหวาน เล่ม 3, อักษรสยามการพิมพ์, กรุงเทพฯ, 88 หน้า.

สุกัญญา สร้างเสริมทรัพย์, 2538, การเปรียบเทียบลักษณะประจำพันธุ์ทางผลของมะเฟือง 5 พันธุ์, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

สุรพงษ์ ไพชยนต์ และ จินตกร เรืองเสน, 2534, พันธุ์มะขามหวาน, ข่าวสารเกษตรศาสตร์, 36(3): 7-16.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 41-45 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 41-45 (2550)

การศึกษาการเจริญเติบโตของตะไคร้หอม 4 แหล่งพันธุ์

The Study on Growth of Four Lemon Grass Ecotypes

ศานิต สวัสดิกาญจน์[1] และ วิมลพรรณ รุ่งพรหม[1]

Sawatdikarn, S.[1] and Rungprom, W.[1]

Abstract

The objective of this study was to determine the growth of four lemon grass ecotypes in Phranakhon Si Ayutthaya province. A completely Randomized Design was used with 4 replications. Treatments were : Khaw Pratuchai, Daeng Wat Tuk, Daeng Ayutthaya and Khaw Prachin. The experiment was conducted from October 2005 to January 2006 at the Department of Agricultural Science, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University. The results showed that the Daeng Ayutthaya lemon grass ecotype had the highest growth in terms of stem height, leaf blade length, leaf blade width, leaf sheath height and leaf area. Number of leaves per plant were not significant in the Khaw Pratuchai, Daeng Wat Tuk, Daeng Ayutthaya and Khaw Prachin lemon grass ecotype. Whereas, the Khaw Pratuchai lemon grass ecotype had the lowest growth in terms of leaf blade length, leaf blade height and leaf area.

Keywords : lemon grass, growth, medicinal crops

บทคัดย่อ

การทดลองนี้เป็นการศึกษาการเจริญเติบโตของตะไคร้หอม จำนวน 4 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์ขาวประตูชัย แดงวัดตึก แดงอยุธยา และขาวปราจีน ที่ปลูกในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มี 4 ซ้ำ ดำเนินการทดลองระหว่างเดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนมกราคม 2549 ที่โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ผลการทดลองพบว่า ตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยา ให้การเจริญเติบโต จำนวน 5 ลักษณะ คือ ความสูงกอ ความยาวแผ่นใบ ความกว้างแผ่นใบ ความสูงกาบใบ และพื้นที่ใบสูงสุด ยกเว้นการเจริญเติบโตในด้านจำนวนใบต่อต้น ที่ตะไคร้หอมทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ ไม่แตกต่างกัน ในขณะที่ตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวประตูชัย ให้การเจริญเติบโตจำนวน 3 ลักษณะ คือ ความยาวแผ่นใบ ความสูงกาบใบ และพื้นที่ใบ ต่ำสุด

คำสำคัญ : ตะไคร้หอม การเจริญเติบโต พืชสมุนไพร

คำนำ

ตะไคร้หอมเป็นพืชสมุนไพรที่สำคัญในระดับท้องถิ่นของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ใช้ประโยชน์ในการทำเป็นเครื่องหอม ลูกประคบ และใช้ในการไล่แมลง (รุ่งรัตน์, 2540) จังหวัดพระนครศรีอยุธยา มีการปลูกตะไคร้หอมหลายพันธุ์ สามารถจำแนกได้หลายวิธี เช่น จำแนกตามสีของลำต้น มี 3 สี คือ สีขาว สีแดง และสีขาวปนแดง และจำแนกตามแหล่งที่ปลูก เช่น ตะไคร้หอมวัดตึก ตะไคร้หอมปากกราน และตะไคร้หอมปราจีน เป็นต้น ในปัจจุบันน้ำมันตะไคร้หอมเป็นที่ต้องการของธุรกิจนวดแผนไทย สปา และใช้ในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชและสัตว์ โดยเฉพาะการป้องกันกำจัดศัตรูของทั้งพืช และสัตว์ ที่ในปัจจุบันมีกระแสอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมและรักษาสุขภาพ มีการหลีกเลี่ยงการใช้สารเคมี และหันมาใช้น้ำมันหอมระเหยจากตะไคร้หอมซึ่งเป็นสารชีวภาพจากพืชกันมากขึ้น เช่น ใช้ในการป้องกันกำจัดยุง (เนาวรัตน์ และคณะ, 2536, วรรณภา และกิตติพันธ์, 2537, สมเกียรติ และคณะ, 2540) ยุงพาหะนำโรคเท้าช้างและมาลาเรีย (นิลุบล และชวลิต, 2527, Tyagi และคณะ, 1998) เห็บและหมัด (Thorsell และคณะ, 2006) และด้วงงวง (Ketoh และคณะ, 2002) ในการใช้ประโยชน์ของตะไคร้หอม พบว่ามีหลายส่วนที่นำมาใช้ในการทำเครื่องหอมและการสกัดน้ำมันหอมระเหย เช่น ใบ ลำต้น และราก แต่ส่วนใหญ่ใช้ส่วนของแผ่นใบกาบใบหรือทั้งลำต้นมากกว่าส่วนอื่นๆ เนื่องจากมีรายงานว่าใบของตะไคร้หอมมีกลิ่นเฉพาะตัวและมีการสะสมของสารอินทรีย์ต่างๆ มากกว่าส่วนอื่นๆ (นิจศิริ และพะยอม, 2534) การทดลองในครั้งนี้เป็นการทดสอบพันธุ์ตะไคร้หอมจำนวน 4 แหล่งพันธุ์ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา เพื่อหาพันธุ์ตะไคร้หอมที่มีการเจริญเติบโตสูง เช่น ความสูงกอ ความยาวแผ่นใบ ซึ่งเป็นแหล่งของ

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อ. พระนครศรีอยุธยา จ. พระนครศรีอยุธยา 13000

[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya district, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

น้ำมันหอมระเหยที่สำคัญและในขณะนี้ยังไม่มีข้อมูลการเจริญเติบโตของตะไคร้หอมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา การทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตของตะไคร้หอมจำนวน 4 แหล่งพันธุ์ ในสภาพแวดล้อมของจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ซึ่งการทดลองนี้ใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นให้เกษตรกรเลือกใช้แหล่งพันธุ์ตะไคร้หอมที่มีการเจริญเติบโตดีในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา

อุปกรณ์และวิธีการ

การทดลองนี้ดำเนินการที่โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ตั้งแต่เดือนตุลาคม 2548 ถึงเดือนมกราคม 2549 วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มี 4 ซ้ำ โดยใช้ตะไคร้หอม จำนวน 4 แหล่งพันธุ์ คือ ขาวประตูชัย แดงวัดตึก แดงอยุธยา และขาวปราจีน ปลูกในกระถาง ๆ ละ 2 ต้น กระถางมีเส้นผ่านศูนย์กลาง 40 ซม. สูง 25 ซม. ที่บรรจุด้วยดินร่วน จำนวน 8 กก. และใส่ปุ๋ยรองก้นกระถาง 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ หลังจากที่ต้นตะไคร้หอมตั้งตัวได้แล้ว ใส่ปุ๋ยอีก 1 ครั้ง โดยใส่สูตร 15-15-15 อัตรา 25 กก./ไร่ ที่อายุ 30 วัน หลังปลูก การบันทึกผลการทดลอง เริ่มบันทึกหลังจากต้นตะไคร้หอม มีอายุ 30 45 และ 60 วัน วันหลังปลูก บันทึกผลด้านการเจริญเติบโต จำนวน 6 ลักษณะ คือ ความสูงกอ จำนวนใบต่อต้น ความยาวแผ่นใบ ความกว้างแผ่นใบ ความสูงกาบใบ และพื้นที่ใบ คำนวณพื้นที่ใบ ตามวิธีการของ Francis และคณะ (1987) สำหรับการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยใช้วิธี DMRT (Duncan Multiple's Range Test)

ผลและวิจารณ์ผล

ความสูงของตะไคร้หอมจาก 4 แหล่งพันธุ์ วัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน พบว่า ที่อายุ 30 วัน ตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยา แดงวัดตึก และขาวประตูชัย ให้ความสูงไม่แตกต่างกัน ส่วนตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวปราจีนให้ความสูงต่ำสุด สำหรับความสูงของตะไคร้หอมวัดที่อายุ 45 และ 60 วัน พบว่า ตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยามีความสูงมากที่สุด เท่ากับ 77.00 และ 91.00 ซม.ตามลำดับ ส่วนตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวประตูชัยมีความสูงกอที่อายุ 45 และ 60 วัน ต่ำสุด เท่ากับ 41.00 และ 65.50 ซม.ตามลำดับ (Table 1) จากการทดลองพบว่าตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยา มีความสูงที่อายุ 45 และ 60 วัน มากที่สุด และมีความสูงที่อายุ 30 วัน ไม่แตกต่างจากแหล่งพันธุ์แดงวัดตึก และขาวประตูชัย ทั้งนี้เป็นเพราะตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยามีการเจริญเติบโตเร็วกว่าพันธุ์อื่นๆ โดยเฉพาะการวัดความสูงที่อายุ 60 วัน ที่แหล่งพันธุ์แดงอยุธยามีความสูง 91.00 ซม. ในขณะที่ตะไคร้หอมอีก 3 แหล่งพันธุ์มีความสูงที่อายุ 60 วัน อยู่ในช่วง 65.50 - 76.50 ซม. ส่วนการเจริญเติบโตของตะไคร้หอมในด้านจำนวนใบต่อต้น พบว่า ตะไคร้หอมทั้ง 4 แหล่งพันธุ์มีจำนวนใบในแต่ละอายุที่วัด คือ 30 45 และ 60 วัน ไม่แตกต่างกัน กล่าวคือ การวัดที่อายุ 30 วัน มีจำนวนใบ 2 ใบ ที่อายุ 45 วัน มีจำนวนใบ 5ใบ และที่อายุ 60 วัน มีจำนวนใบ 7 - 8 ใบ (Table 1) ทั้งนี้การที่จำนวนใบของตะไคร้หอมทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ไม่แตกต่างกัน เป็นเพราะการเจริญเติบโตของพืชใบเลี้ยงเดี่ยวในด้านจำนวน เช่น จำนวนใบและจำนวนหน่อของข้าวไม่เพิ่มขึ้นหลังอายุการเจริญเติบโต 30 - 50 วัน (ศานิต และวริสรา, 2550)

Table 1 Stem height and number of leaves per plant at 30 45 and 60 days after planting of four lemongrass ecotypes.

Lemon grass ecotype	Stem height (cm)			Number of leaves per plant		
	30 days	45 days	60 days	30 days	45 days	60 days
Khaw Pratuchai	36.50a	55.50c	67.00c	2.00	5.00	7.00
Daeng Wat Tuk	41.00a	62.00b	76.50b	2.00	5.00	8.00
Daeng Ayutthaya	37.50a	77.00a	91.00a	2.00	5.00	8.00
Khaw Prachin	23.00b	41.00d	65.50c	2.00	5.00	8.00
C.V. (%)	5.83	6.45	9.64	NS	NS	NS

In the same column, Mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

การเจริญเติบโตของตะไคร้หอม คือ ความยาวแผ่นใบและความกว้างแผ่นใบ วัดที่อายุต่างกัน 3 ระยะ คือ 30 45 และ 60 วัน ด้านความยาวแผ่นใบ พบว่าเมื่อวัดที่อายุ 30 วัน ตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวปราจีนและแดงอยุธยา มีความยาวแผ่นใบสูงสุด เท่ากับ 26.50-28.00 ซม. ส่วนตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวประตูชัยมีความยาวแผ่นใบต่ำสุด เท่ากับ 7.50 ซม. (Table 2) สำหรับความยาวแผ่นใบที่อายุ 45 และ 60 วัน ตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยาและแดงวัดตึกมีความยาวแผ่นใบมากที่สุด

ส่วนแหล่งพันธุ์ขาวประตูชัยมีความยาวแผ่นใบต่ำสุด จากการทดลองจะพบว่าตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยามีความยาวแผ่นใบที่วัดทั้ง 3 อายุการเจริญเติบโตค่อนข้างสูง โดยมีความยาวแผ่นใบ 26.50 49.00 และ 75.50 ซม. เมื่อวัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน ตามลำดับ (Table 2) ซึ่งมีความยาวแผ่นใบมากกว่าตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวประตูชัย ที่มีความยาวแผ่นใบค่อนข้างต่ำ เท่ากับ 7.50 24.00 และ 51.00 ซม. เมื่อวัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเป็นเพราะตะไคร้หอมแต่ละแหล่งพันธุ์ตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมต่างกัน จึงมีการเจริญเติบโตต่างกัน (จักรี, 2539) ตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยามีการตอบสนองต่อสภาพแวดล้อมดีกว่า จึงมีการเจริญเติบโตสูงกว่าตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวประตูชัย ส่วนการเจริญเติบโตของใบด้านความกว้างแผ่นใบ วัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน พบว่า ตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์อยุธยามีความกว้างของแผ่นใบมากที่สุดเมื่อวัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน (Table 2) ส่วนตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวประตูชัยมีความกว้างแผ่นใบที่อายุ 30 และ 45 วันต่ำสุด จากการพิจารณาในด้านความยาวแผ่นใบและความกว้างแผ่นใบของตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยามีค่ามากที่สุด สามารถนำใบไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าตะไคร้หอมอีก 3 แหล่งพันธุ์ และสอดคล้องกับการทดลองในข้าวของ ศานิต (2549) และ Kobata และ Moriwaki (1990) ที่พบว่าข้าวที่มีการเจริญเติบโตด้านความยาวแผ่นใบสูงจะมีการเจริญเติบโตด้านความกว้างแผ่นใบสูงด้วย

Table 2 Leaf blade length and leaf blade width at 30 45 and 60 days after planting of four lemon grass ecotypes.

Lemon grass ecotype	Leaf blade length (cm)			Leaf blade width (cm)		
	30 days	45 days	60 days	30 days	45 days	60 days
Khaw Pratuchai	7.50c	24.00b	51.00c	0.35b	0.55b	1.45b
Daeng Wat Tuk	20.50b	46.50a	76.50a	0.40a	0.72a	1.35b
Daeng Ayutthaya	26.50a	49.00a	75.50a	0.45a	0.80a	1.70a
Khaw Prachin	28.00a	45.00a	66.50b	0.35b	0.75a	1.30b
C.V. (%)	4.65	8.46	6.49	5.75	6.82	4.54

In the same column, Mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

เมื่อพิจารณาด้านความสูงกาบใบของตะไคร้หอมทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ วัดที่อายุ 30 45 และ 60 วัน พบว่า ตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยาและแดงวัดตึกมีความสูงกาบใบสูงสุด รองลงมาคือตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวปราจีนและขาวประตูชัย จะเห็นได้ว่าตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยามีความสูงกาบใบค่อนข้างสูง แต่ไม่แตกต่างจากแหล่งพันธุ์แดงวัดตึกที่อายุ 45 และ 60 วัน (Table 3) สำหรับการวัดพื้นที่ใบของตะไคร้หอมทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ ที่อายุ 45 และ 60 วัน พบว่าตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยา มีพื้นที่ใบสูงสุด รองลงมาคือแหล่งพันธุ์แดงวัดตึกและขาวปราจีน ส่วนแหล่งพันธุ์ขาวประตูชัย มีพื้นที่ใบต่ำสุด เมื่อพิจารณาพื้นที่ใบของตะไคร้หอมทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ พบว่าแหล่งพันธุ์แดงอยุธยามีพื้นที่ใบสูงสุด (Table 3) ทั้งนี้อาจเป็นเพราะพื้นที่ใบของพืชได้จากความสัมพันธ์ระหว่างความยาวแผ่นใบและความกว้างแผ่นใบ (Nilson และ Orcutt, 1996) ตะไคร้หอมที่มีความยาวแผ่นใบและความกว้างแผ่นใบสูง มีพื้นที่ใบสูงด้วย ทำนองเดียวกับการทดลองในข้าว ที่พบว่าข้าวที่มีความยาวแผ่นใบและความกว้างแผ่นใบสูงมีพื้นที่ใบสูงด้วย (Kobata และคณะ, 2000)

การปลูกตะไคร้หอมในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา ควรคัดเลือกแหล่งพันธุ์ที่ให้การเจริญเติบโตสูง จากการทดลองพบว่า ตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยา มีการเจริญเติบโตสูงสุดในด้านความสูงกอ (Table 1) ความยาวแผ่นใบและความกว้างแผ่นใบ (Table 2) รวมทั้งมีความสูงกาบใบและพื้นที่ใบ (Table 3) สูงด้วย ตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยาจึงเป็นตะไคร้หอมที่มีแนวโน้มว่ามีการเจริญเติบโตดีในจังหวัดพระนครศรีอยุธยามากกว่าตะไคร้หอมอีก 3 แหล่งพันธุ์ โดยเฉพาะมีการเจริญเติบโตที่ดีกว่าตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวประตูชัยค่อนข้างมาก พันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตดีใน 5 ด้าน คือ ความสูงกอ ความยาวแผ่นใบ ความกว้างแผ่นใบ ความสูงกาบใบ และพื้นที่ใบ ให้ผลผลิตในส่วนของลำต้นและใบค่อนข้างมากและนำไปใช้ประโยชน์ได้มากกว่าพันธุ์ที่มีการเจริญเติบโตในทั้ง 5 ด้านน้อยกว่า ดังนั้นการปลูกตะไคร้หอมควรเลือกปลูกแหล่งพันธุ์แดงอยุธยามากกว่าตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์อื่น ๆ อย่างไรก็ตาม ตะไคร้หอมอีก 2 แหล่งพันธุ์ คือ แหล่งพันธุ์แดงวัดตึกและขาวปราจีน มีการเจริญเติบโตในบางลักษณะที่ไม่แตกต่างกับแหล่งพันธุ์แดงอยุธยามากนัก เช่น ความกว้างแผ่นใบ (Table 2) และความสูงกาบใบ (Table 3) จึงสามารถเลือกปลูกได้เช่นกัน แต่ไม่ควรปลูกตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวประตูชัยเนื่องจากมีการเจริญเติบโตค่อนข้างต่ำกว่าตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์อื่นๆ

Table 3 Leaf sheath height and leaf area at 30 45 and 60 days after planting of four lemon grass ecotypes.

Lemon grass ecotype	Leaf sheath height (cm)			Leaf area (cm^2)		
	30 days	45 days	60 days	30 days	45 days	60 days
Khaw Pratuchai	2.25c	8.50b	15.50b	1.80c	8.25b	54.75c
Daeng Wat Tuk	7.50a	14.50a	24.50a	4.61b	21.37a	63.00b
Daeng Ayutthaya	9.50a	13.50a	23.00a	6.52a	26.40a	73.80a
Khaw Prachin	4.00b	8.50b	15.00b	6.97a	24.60a	61.42b
C.V. (%)	3.68	7.42	6.89	4.68	7.45	9.65

In the same column, Mean followed by a common letter are not significantly different at the 5% level by DMRT

สรุปผล

จากการศึกษาการเจริญเติบโตของตะไคร้หอม จำนวน 4 แหล่งพันธุ์ ในจังหวัดพระนครศรีอยุธยา พบว่าตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์แดงอยุธยา ให้การเจริญเติบโตในด้านความสูงกอ ความยาวแผ่นใบ ความกว้างแผ่นใบ ความสูงกาบใบ และพื้นที่ใบสูงสุด พบว่าตะไคร้หอมทั้ง 4 แหล่งพันธุ์ ให้การเจริญเติบโตในด้านจำนวนใบต่อต้นไม่แตกต่างกัน และตะไคร้หอมแหล่งพันธุ์ขาวประตูชัย ให้การเจริญเติบโตในด้านความยาวแผ่นใบ ความสูงกาบใบ และพื้นที่ใบต่ำสุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณโปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ และศูนย์วิทยาศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่สนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

นิจศิริ เรืองรังษี และ พยอม ตันติวัฒน์, 2534, พืชสมุนไพร, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ, 244 หน้า.

นิลุบล วานิชชา และชวลิต ทัศนสว่าง, 2527, การศึกษาประสิทธิภาพของสมุนไพรบางชนิดใช้ทาป้องกันพาหะไข้มาลาเรีย, วารสารโรคติดต่อ, 10(2): 135 -143.

เนาวรัตน์ ศุขะพันธุ์, สมคิด แก้วมณี, ไพโรจน์ เปรมปรีดิ์, สุชาติ อุปถัมภ์ และ ยุพา รองศรีแย้ม, 2536, ประสิทธิภาพการแสดงฤทธิ์ของสารสกัดสมุนไพรในการขับไล่ยุง, การประชุมวิชาการวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย ครั้งที่ 19, 27-29 ตุลาคม 2536, หาดใหญ่, หน้า 480-481.

รุ่งรัตน์ เหลืองนทีเทพ, 2540, พืชเครื่องเทศและสมุนไพร, สำนักพิมพ์โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ, 200 หน้า.

วรรณภา สุวรรณเกิด และ กิตติพันธ์ ตันตระรุ่งโรจน์, 2537, การศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากสมุนไพรในการป้องกันยุงกัด, ว. โรคติดต่อ, 20(1): 4-11.

จักรี เส้นทอง, 2539, พลวัตผลผลิตพืช, ภาควิชาพืชไร่, คณะเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, 276 หน้า.

ศานิต สวัสดิกาญจน์, 2549, การเจริญเติบโตของข้าวในสภาวะที่มีความเข้มแสงต่างกัน, รายงานการวิจัย คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา, พระนครศรีอยุธยา, 40 หน้า.

ศานิต สวัสดิกาญจน์ และ วริสรา ปลื้มฤดี, 2550, การเจริญเติบโตและพัฒนาการของข้าว 5 พันธุ์, การประชุมวิชาการของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ครั้งที่ 45, 30 มกราคม–2 กุมภาพันธ์ 2550, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ, หน้า 702-709.

สมเกียรติ บุญญะบัญชา, กสิน ศุภปฐม และเอื้อมเดือน ศรีสุระพัตร, 2540, การทดสอบประสิทธิภาพในการป้องกันยุงลาย (*Aedes aegypti* L.) ด้วยน้ำมันหอมระเหย 6 ชนิด โดยใช้เครื่องทดสอบสารป้องกันยุงที่ประดิษฐ์ขึ้น, วารสารกรมวิทยาศาสตร์การแพทย์, 39(1): 61-66.

Francis, O., Pate, J. S. and Stern, W. R., 1987, Evaluation of N_2 fixation and nitrogen economy of a maize/coepea intercrop system using ^{15}N dilution methods, Plant and Soil, 102(2): 149-160.

Ketoh, G. K., Glitho, A. L. and Huignard, J., 2002, Susceptibility of the bruchid *Callosobruchus maculatus* (Coleoptera: Bruchidae) and its parasitoid Dinarmus basalis (Hymenoptera: Pteromalidae) to three essential oils, Journal of Economic Entomology, 95(1): 174-182.

Kobata, T., Sugawara, M. and Takatu, S., 2000, Shading during the early grain filling period does not affect potential grain dry mater increase in rice, Agronomy Journal, 92: 411-417.

Kobata, T. and Moriwaki, N., 1990, Grain growth rate as a function of dry-matter production rate: An experiment with two rice cultivars under different radiation environments, Japanese Journal of Crop Science, 59: 1-7.

Nilson, E. T. and Orcutt, D. M., 1996, The Physiology of Plant under Stress, John Wiley & Son Inc, New York, 320 .

Thorsell, W., A., Mikiver and H., Tunon, 2006, Repelling properties of some plant materials on the tick (*Ixodes ricinus* L.), Phytomedicine, 13(2): 132-134.

Tyagi, B. K., Shahi, A. K. and Kaul, B. L., 1998, Evaluation of repellant activities of *Cymbopogon* essential oils against mosquito vectors of malaria, filariasis, and dengue fever in India, Phytomedicine, 5(4): 324-329.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 46-49 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 46-49 (2550)

สมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอชของสารสกัดจากเมล็ดมะละกอพันธุ์แขกดำ

DPPH free radical scavenging activity of extracts from papaya seeds cv. Kak-Dum

สุกัญญา ขันติมงคล[1] และ อรสา สุริยาพันธ์[1]
Khuntimongkol, S.[1] and Suriyaphan, O.[1]

Abstract

The main objective was to determine the effect of seed maturity stage young (white seed coat) and mature (black) and type of solvent (methanol and ethanol) on DPPH free radical scavenging activity of crude extracts from papaya seeds. White seeds from green papayas had GAE (Gallic acid equivalent) 22.46 ± 0.19 mg /1 g dry weight, which was about 4 times greater than GAE of black seeds from ripen papayas. All alcoholic extracts of papaya seeds were prepared as following: ratio of papaya seeds: alcohol = 1:10 w/v, 48 hr. at 30±1°C. Maturity stage and alcohol type demonstrated an interaction on extraction yields ($p<0.05$). Base on extraction yield, the optimum extraction conditions included white papaya seed with methanol and black papaya seeds with ethanol. However, it was found that the methanolic seed extract from black papaya seeds showed the highest DPPH scavenging antioxidant activity (84.70%) and it possessed TEAC 436.75 mg Trolox ™/100 g extract.

Keywords : papaya seeds, polyphenol, alcohol, DPPH radical

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของระดับความแก่อ่อนของเมล็ดมะละกอ เมล็ดอ่อนซึ่งมีเปลือกเมล็ดขาวเมล็ดแก่ซึ่งมีเปลือกเมล็ดสีดำ และชนิดของสารที่ใช้ในการสกัด (เมทานอล และ เอทานอล) ต่อสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระดีพีพีเอชได้ทำการศึกษาในสารสกัดจากเมล็ดมะละกอ จากการวิเคราะห์ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด พบว่าปริมาณสารโพลีฟีนอลทั้งหมดในเมล็ดอ่อนมีปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด (แสดงในรูปสมมูลย์ของกรดแกลลิก, GAE) เป็น 22.46±0.19 มิลลิกรัมต่อ 1 กรัมตัวอย่างแห้ง ซึ่งสูงกว่าปริมาณที่พบในเมล็ดแก่ประมาณ 4 เท่า จากการศึกษานี้ ใช้ การสกัดสารจากเมล็ดมะละกอด้วยแอลกอฮอล์ โดยใช้อัตราส่วนของผงเมล็ดมะละกอต่อแอลกอฮอล์ 1:10 (น้ำหนักต่อปริมาตร) สกัดเป็นเวลา 48 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 30±1°ซ ไม่มีผลต่อระดับความแก่อ่อนของเมล็ดมะละกอ นอกจากนี้พบว่าชนิดของตัวทำละลายมีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณสารที่สกัดได้ ($p<0.05$) โดยตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดสารจากเมล็ดมะละกอดิบ และสุก คือ เมทานอล และเอทานอล ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม พบว่า สารสกัดจากเมล็ดมะละกอสุก (สีดำ)ที่สกัดด้วยเมทานอล มีประสิทธิภาพในการจับกับอนุมูลอิสระดีพีพีเอช สูงที่สุด คือมีค่าเป็น 84.70 % หรือ มีค่า TEAC เป็น 436.75 มิลลิกรัม Trolox ™/สารสกัด 100 กรัม

คำสำคัญ : เมล็ดมะละกอ โพลีฟีนอล แอลกอฮอล์ อนุมูลอิสระดีพีพีเอช

คำนำ

เนื่องจากในปัจจุบันกระแสการบริโภคอาหารเพื่อสุขภาพของกลุ่มผู้บริโภคมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างต่อเนื่องทำให้ผลงานการศึกษาที่เกี่ยวกับสารต้านอนุมูลอิสระจากแหล่งธรรมชาติมีศักยภาพทางการตลาดสูงขึ้น (Peschel และคณะ, 2006) โดยเฉพาะการศึกษาการสกัดและประเมินสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระของสารสกัดจากส่วนเหลือใช้ที่ได้จากการแปรรูปผักและผลไม้ เช่น เปลือกหุ้มเมล็ดถั่วลิสง(Yu, Ahmedna และ Goktepe, 2005) และ เมล็ดผลไม้ เช่น มะขาม, มะม่วง, ขนุน และ ลำไย (Soong และ Barlow, 2004) ในประเทศไทยมีการปลูกมะละกอเพื่อการบริโภคแบบผลดิบและผลสุก รวมทั้งมีอุตสาหกรรมแปรรูปมะละกอเป็นจำนวนมาก ซึ่งในการบริโภคมะละกอในรูปแบบต่างๆ นั้น ทำให้มีเปลือกและเมล็ดเหลือทิ้งเป็นจำนวนมาก ดังนั้นในงานวิจัยนี้ได้มีวัตถุประสงค์หลัก เพื่อศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการสกัดสารต้านอนุมูลอิสระจากเมล็ดมะละกอจากผลดิบและผลสุก และประเมินสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดดีพีพีเอชของสารที่สกัดได้

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน ชลบุรี 20131
[1] Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Bangsaen, Chonburi 20131

อุปกรณ์และวิธีการ

อุปกรณ์

เครื่องเขย่า (Platform Shaker, Innova™ 2000), เครื่องกลั่นระเหยระบบสุญญากาศแบบหมุน (Rotary Evaporator, Labo Rota S320), เครื่องทำแห้งแบบระเหิด (Freeze Dryer, FTS Flexi-Dry MP), เครื่องสเปคโตรโฟโตมิเตอร์ (SPECTRONIC® GENESYS™ 5), โฮโมจีไนเซอร์ (Standard benchtop homogenizer, POLYTRON PT-K)

สารเคมี

เมทานอล และ เอทานอลบริสุทธิ์ (AR grade,Merck, Germany), ดีพีพีเอช (2-diphenyl-1-picrylhydrazyl, Sigma, Germany), โทรล็อก (Trolox ™, 6-hydroxy-2,5,7,8-tetramethylchromane-2-carboxylic acid)(HPLC grade, Fluka, Denmark), ฟอลิน ซิโอแคลตู รีเอเจนต์ (Folin-Ciocalteu Reagent) (Carlo Erba Reactifs SA, France), กรดแกลลิก (Gallic acid, Ajax Finechem, Australia)

การเตรียมเมล็ดมะละกอ

คัดแยกมะละกอดิบและสุกที่เก็บจากต้นมะละกอพันธุ์แขกดำ จากสวนนายเที่ยง จังหวัดชลบุรี จากนั้นผ่าผลมะละกอเพื่อแยกเอาส่วนเมล็ดอ่อนและแก่ ให้ได้อย่างละ 10 กก. ขนส่งมาที่มหาวิทยาลัยโดยใช้เวลาประมาณ 4 ชม. นำเมล็ดมะละกอเก็บที่อุณหภูมิตู้เย็น (8°ซ,10 ชม.) หลังจากนั้นนำเมล็ดมะละกอมาล้างทำความสะอาดด้วยน้ำกลั่น 1 ครั้ง ทิ้งไว้ให้สะเด็ดน้ำและนำไปอบแห้ง (60±2°ซ,12 ชม.) ก่อนบดเมล็ดมะละกอให้ละเอียดเป็นผง (มีความชื้นเฉลี่ย 11%) บรรจุผงมะละกอที่ได้ใส่ถุงพอลิเอทธิลีนและเก็บที่อุณหภูมิห้อง

การวิเคราะห์ปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด (Deepa และคณะ, 2005 และ ประพันธ์ และวันทนีย์, 2545)

ผสมผงเมล็ดมะละกอ 1 กรัม ในเมทานอล 80 %(ที่มีกรดไฮโดรคลอริก 1%) 50 มล. ด้วยเครื่องโฮโมจิไนซ์เป็นเวลา 1 นาที นำไปให้ความร้อนโดยวางในอ่างน้ำร้อน (60±2°ซ,1 ชม.) จากนั้นนำไปหมุนเหวี่ยงที่ 10,000 x g ,15 นาที ที่ 4°ซ แยกของเหลวใสและปรับปริมาตรให้ได้ 50 มล. ปิเปตสารละลายที่สกัดได้ 0.5 มล.ใส่ลงในหลอดทดลองที่มีน้ำกลั่น 9.5 มล.อยู่ จากนั้นเติมสาร Folin-Ciocalteu Reagent 0.5 มล. เขย่าให้เข้ากันทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 5 นาที จากนั้นเติมสารละลายโซเดียมคาร์บอเนต (10 %) 2 มล. เขย่าให้เข้ากัน ทิ้งไว้ที่อุณหภูมิห้องเป็นเวลา 10 นาที นำไปวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ 730 นาโนเมตร ใช้สารละลายเมทานอล 80 เปอร์เซ็นต์ที่มีกรดไฮโดรคลอกริก 1 เปอร์เซ็นต์แทนตัวอย่างเป็นสารละลายแบลงค์ (blank) (ทำ 3 ซ้ำ) เตรียมสารละลายกรดแกลลิก 1 มก./มล.เพื่อใช้เป็นสารมาตรฐานในการคำนวณปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในเทอมของ Gallic Acid Equivalent (GAE) มีหน่วยเป็น มก.ของกรดแกลลิกต่อน้ำหนักแห้ง 1 กรัมของตัวอย่างเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมดในสารสกัดจากเมล็ดมะละกอดิบและสุก ด้วย T-test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

การเตรียมสารสกัดจากผงเมล็ดมะละกอ (ดัดแปลงจากวิธีของ Yen และ Duh, 1993)

ผสมเมล็ดมะละกอ (ดิบ หรือ สุก) กับตัวทำละลาย (เมทานอล หรือ เอทานอล) ในอัตราส่วน 1:10 น้ำหนักต่อปริมาตร วางขวดบนเครื่องเขย่า (200 รอบต่อนาที) สกัดเป็นเวลา 24 ชม.ที่อุณหภูมิห้อง (30 ±2 °ซ) เมื่อครบเวลากรองแยกของเหลวและของแข็ง ก่อนนำของแข็งมาสกัดซ้ำอีกครั้งที่สภาวะเดิม จากนั้นรวมกันของเหลวที่สกัดได้ทั้ง 2 ครั้ง ก่อนใช้เครื่องกลั่นระเหย ระบบสุญญากาศแบบหมุนทำให้สารสกัดเข้มข้นก่อนนำไปทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบระเหิด (ทำ 4 ซ้ำ)

การวิเคราะห์ผลผลิตที่ได้จากการสกัด (% Yield)

เตรียมสารสกัดจากผงเมล็ดมะละกอตามวิธีข้างต้น แต่นำมาระเหยตัวทำละลายในของเหลวที่สกัดได้จนหมดโดยการวางถ้วยกระเบื้องที่มีสารสกัดบนอ่างน้ำร้อน (80±2°ซ) แล้วนำไปอบแห้ง (100 °ซ, 1 ชม.) หาน้ำหนักสารที่เพิ่มขึ้นจากน้ำหนักถ้วยกระเบื้อง เพื่อคำนวณหาปริมาณผลผลิตที่สกัดได้ (ทำ 4 ซ้ำ)

การทดสอบการจับกับอนุมูลอิสระดีพีพีเอช (DPPH radical scavenging method)

ละลายสารสกัดจากเมล็ดมะละกอ (0.1 กรัม) ใน เมทานอล (หรือ เอทานอล) 2 มิลลิลิตร เขย่าด้วยเครื่องเขย่าเป็นเวลา 3 นาที ปิเปตสารละลายตัวอย่าง 0.1 มล. ใส่ในหลอดทดลองที่มีสารละลาย DPPH (2 มล.,1.0 mmole/L) ผสมให้เข้ากันด้วยเครื่องเขย่าผสมสารเป็นเวลาประมาณ 3 วินาที เก็บในที่มืดเป็นเวลา 4 นาที ก่อนนำมาวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 517 นาโนเมตร คำนวณค่าเปอร์เซ็นต์การจับกับอนุมูลอิสระ DPPH ตามวิธีของ Kumaran และKarunakaran (2006)

$$\% \text{ radical scavenging} = [(A_0 - A_1)/A_0 \times 100]$$

A_0 = ค่าการดูดกลืนแสงของแบลงค์ (เอทานอล + DPPH) ที่เวลา 4 นาที

A_1 = ค่าการดูดกลืนแสงของตัวอย่าง (สารสกัด + DPPH) ที่เวลา 4 นาที

ผลและวิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาองค์ประกอบทางเคมีโดยประมาณและปริมาณสารประกอบโพลิฟีนอลทั้งหมดของเมล็ดมะละกออ่อนและแก่ (Table 1) พบว่าเมล็ดมะละกอแก่มีองค์ประกอบเคมีต่างจากเมล็ดดิบ คือ มีปริมาณของเส้นใย เพิ่มขึ้นเป็น 2 เท่า คาดว่าเนื่องจากเมื่อเมล็ดเจริญเติบโตเต็มที่แล้วจะมีการสร้างเปลือกหุ้มเมล็ดที่สมบูรณ์ทำให้มีปริมาณของเส้นใยเพิ่มสูงขึ้น แต่พบว่ามีปริมาณของคาร์โบไฮเดรตลดลงเนื่องจากในขั้นตอนของการเจริญเติบโตของเมล็ดจากเมล็ดอ่อนไปเป็นเมล็ดแก่นั้นมีการใช้คาร์โบไฮเดรตเพื่อเป็นแหล่งพลังงานในการเจริญเติบโต (อภิพรรณ, 2546)

Table 1 องค์ประกอบทางเคมีและปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดของผงเมล็ดมะละกอดิบ[1] และสุก[2]

องค์ประกอบทางเคมี	ค่าเฉลี่ย ± ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน	
	เมล็ดมะละกออ่อน	เมล็ดมะละกอแก่
โปรตีน[X](%db.)	12.51±0.54	11.21±0.35
ไขมัน (%db.)	1.62 ±0.68	5.86±0.76
เถ้า (%db.)	11.85±0.08	7.88±0.04
เส้นใย (%db.)	17.16±0.58	36.92±1.47
คาร์โบไฮเดรต[Y] (%db.)	56.87±1.72	38.13±2.16
ปริมาณโพลีฟีนอลทั้งหมด(GAE,มก.กรดแกลลิกต่อ1กรัมของตัวอย่างแห้ง)	22.46±0.19[b]	6.61±0.37[a]

[1] ผงเมล็ดมะละกอดิบที่มีปริมาณความชื้น 10.29±0.19 % [2] ผงเมล็ดมะละกอสุกที่มีปริมาณความชื้น 8.36±0.14 %

[X] ปริมาณโปรตีน = ปริมาณไนโตรเจนทั้งหมด x 5.70 [Y] ปริมาณคาร์โบไฮเดรต = 100 – (โปรตีน + เส้นใย + ไขมัน + เถ้า)

[a,b] ค่าในแนวนอนที่มีอักษรต่างกันแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

นอกจากนี้พบว่าเมล็ดมะละกออ่อนมีปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมด หรือ GAE เป็น 22.46 มก./1 กรัมของเมล็ดแห้ง สูงกว่าพบในเมล็ดมะละกอแก่ประมาณ 4 เท่า อย่างไรก็ตามอาจกล่าวได้ว่าเมล็ดมะละกออ่อนและแก่มีปริมาณโพลีฟีนอลที่สูงกว่าที่พบในเมล็ดส้มสายพันธุ์ต่างๆที่ปลูกในประเทศไทยซึ่งได้มีรายงานว่ามีค่าGAE 1.0-1.7 มก./1 กรัมของเมล็ดแห้ง (ประพันธ์ และวันทนีย์, 2545)

Table 2 ปริมาณผลผลิต และสมบัติการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระชนิดดีพีพีเอชของสารสกัดจากเมล็ดมะละกอ

ตัวทำละลาย-ชนิดเมล็ดมะละกอ	ปริมาณผลผลิต (กรัม/100 กรัมเมล็ด)	% DPPH radical scavenging	TEAC (mg Trolox/100 g extract)
เมล็ดดิบ-เมทานอล	22.18±0.47[c]	79.18[b] ± 1.23	406.22[b]±6.29
เมล็ดดิบ-เอทานอล	19.30±0.26[b]	NA	NA
เมล็ดสุก-เมทานอล	7.02±0.10[a]	84.70[c] ± 0.31	436.75[c]±1.64
เมล็ดสุก-เอทานอล	22.77±0.48[c]	18.22[a] ± 0.13	93.82 [a]±0.66

[a,b,c] ตัวเลขที่มีอักษรต่างกันในแนวตั้งแสดงว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$); NA = Not Available

ระดับการแก่ของเมล็ดมะละกอและชนิดของแอลกอฮอล์มีอิทธิพลร่วมกันต่อ ต่อปริมาณผลผลิตที่สกัดได้ ($p \leq 0.05$) โดยตัวทำละลายที่เหมาะสมในการสกัดจากเมล็ดมะละกออ่อนและแก่ คือ เมทานอล และ เอทานอล ตามลำดับ (ตารางที่ 2) สำหรับในขั้นของการวิเคราะห์สมบัติการสารต้านอนุมูลอิสระชนิดดีพีพีเอชพบว่าไม่สามารถละลายสารสกัดจากเมล็ดมะละกอดิบที่สกัดด้วยเอทานอลที่มีลักษณะเป็นก้อนของแข็งในเอทานอลได้อย่างสมบรูณ์อีกครั้งในการเตรียมสารเพื่อวิเคราะห์ อย่างไรก็ตามเมื่อวิเคราะห์เฉพาะสามตัวอย่างที่เหลือ พบว่าสารสกัดจากเมล็ดมะละกอแก่ที่สกัดด้วยเมทานอลมีประสิทธิภาพในการ

จับกับอนุมูลอิสระชนิดดีพีพีเอชสูงที่สุด(84.70%) และเมื่อคำนวณผลเทียบกับสารละลายมาตรฐาน Trolox™ (R^2= 0.9557) พบว่า สารสกัดจากเมล็ดมะละกอแก่ที่สกัดด้วยเมทานอลมีค่า TEAC เป็น 436.75 mg Trolox/100 g extract

สรุปผล

สารสกัดจากเมล็ดมะละกอแก่ (เมล็ดสีดำ) ด้วยเมทานอลมีศักยภาพในการเป็นสารต้านอนุมูลอิสระที่ดีได้ อย่างไรก็ตามองค์ประกอบหลักในสารสกัดที่ทำหน้าที่เป็นสารต้านอนุมูลอิสระอาจไม่ใช่สารประกอบโพลีฟีนอล

เอกสารอ้างอิง

AOAC, 1990, Official Method of Analysis of the Association of official Analytical Chemists. 15th ed. Arlington Verginia.

Deepa, N., Kaur, C., George, B., Singh, B., and Kapoor, H, C., 2005, Antioxidant constituents in some sweet pepper (*Capsicum annuum* L.) genotypes during maturity. Journal of Food Science and Technology, 40(1): 121-129.

Kumaran, A., Karunakaran, R, J. (2006). Antioxidant and free radical scavenging activity of an aqueous extract of Coleus aromaticus. Journal of Food Chemistry, 97: 109-114.

Peschel, W., Sanchez-Rabaneda, F, Diekmann, W., Plescher, A., Gartzia, I., Jimenez, D., Lamuela-Raventos, and Codina, C.,2006, An industrial approach in the search of natural antioxidants from vegetable and fruit wastes, Food Chemistry, 97, 137-150.

Soong, Y-Y.and Barlow, P.J., 2004, Antioxidant activity and phenolic of selected fruit seeds. Food Chemistry, 88: 411-417.

Yen, G. C., and Duh, P. D., 1993, Antioxidative properties of methanolic extracts from peanut hulls. Journal of the American Oil Chemists' Society, 70(4), 383-386.

Yu, J., Ahmedna, M., and Goktepe, I., 2005, Effects of processing methods and extraction solvents concentration and antioxidation activity of peanut skin phenolics, Food Chemistry, 90: 199-206.

ประพันธ์ ปิ่นศิโรดม และวันทนีย์ ช้างน้อย, 2545, การเปรียบเทียบปริมาณสารประกอบโพลีฟีนอลทั้งหมดและศักยภาพการต้านปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารสกัดจากเมล็ดพืชตระกูลส้มสายพันธุ์ต่างๆที่ปลูกในประเทศไทย, อาหาร, 32(4): 300-307.

อภิพรรณ พุกภักดี, 2546, ถั่วเหลืองพืชทองของไทย, พิมพ์ครั้งที่ 1, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 562 หน้า.

ประสิทธิภาพของสารสกัดพลูในการยับยั้งเชื้อรา *Aspergillus flavus*

Antifungal Efficiency of *Piper betle* L. on *Aspergillus flavus*

ปิยะวดี เจริญวัฒนา[1]
Charoenwattana, P.[1]

Abstract

Crude extracts from leaves of *Piper betle* L. eluting with four different solvents: acetone, dichloromethane, ethyl acetate and methanol were tested against *Aspergillus flavus* A748 using paper disc diffusion method. These extracts could inhibit the growth of *A. flavus* A748 which gave the inhibition zone of 500,000 ppm of those four different solvents 19.5, 21.0, 22.5, and 12.5 millimeters, respectively. The *Piper betle* L. extracts eluting with acetone, dichloromethane and ethyl acetate were found predominantly on their efficiency to inhibit the fungus growth as effective as the fungicide.

Keywords : *Piper betle* L., antifungal, Aflatoxin

บทคัดย่อ

สารสกัดที่หยาบจากใบพลู (*Piper betle* L.) ละลายในตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ อาซิโตน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอาซิเตท และเมทานอล นำมาทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *Aspergillus flavus A* 748 ซึ่งเป็นเชื้อราที่สามารถผลิตสารแอฟลาทอกซินและปนเปื้อนในผลิตผลเกษตรและวัตถุดิบต่างๆ โดยการทดสอบด้วยวิธี paper disc diffusion พบว่าสารสกัดหยาบจากใบพลูที่ได้จากตัวทำละลายทั้ง 4 ชนิดที่ความเข้มข้น 500,000 พีพีเอ็ม ยับยั้งการเจริญของเชื้อรา มีค่าของบริเวณการยับยั้งเท่ากับ 19.5 21.0 22.5 และ 12.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ โดยอาซิโตน ไดคลอโรมีเทน และเอทิลอาซิเตท สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus* A748 ในระดับที่ใกล้เคียงกับการใช้สารเคมี ซึ่งอาจนำสารสกัดจากใบพลูไปใช้เพื่อทดแทนสารเคมีที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน

คำสำคัญ : พลู การยับยั้งเชื้อรา แอฟลาทอกซิน

คำนำ

จากการพบการปนเปื้อนของเชื้อราในผลิตผลทางการเกษตรและวัตถุดิบที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและทางเภสัชวิทยาได้แก่ ข้าวโพด ถั่วลิสง พริก ลูกเดือย งาดำ จมูกข้าวสาลี มะตูมแห้ง บอระเพ็ด กาแฟ มะม่วงหิมพานต์ มะพร้าวแห้ง ข้าวกล้อง ข้าวฟ่าง ข้าวสาลี ถั่วแดง เมล็ดฝ้าย และสมุนไพรอีกหลายชนิด โดยพบเชื้อรา *Aspergillus flavus, A. niger, A. glaucus, A. ochraceous, Penicillium, Rhizopus pp.* และ *Fusarium pp.* เป็นต้น โดยเฉพาะถั่วลิสงซึ่งเป็นพืชที่มีคุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นแหล่งอาหารประเภทโปรตีนและพลังงาน เชื้อรา *A. flavus* เป็นเชื้อราที่สามารถสร้างสารแอฟลาทอกซิน (alfatoxin) ได้ดีกว่าเชื้อราชนิดอื่นๆ และพบมากบนถั่วลิสง เมื่อคนหรือสัตว์บริโภคเข้าไปจะก่อให้เกิดอาการผิดปกติขึ้นแก่เซลล์ของตับ ทำให้เกิดโรคตับและเป็นมะเร็งได้ ความรุนแรงของอาการที่แสดงออกมาในลักษณะเฉียบพลันหรือเรื้อรังขึ้นกับปริมาณของสารพิษที่ได้รับ และสภาพของผู้ที่ได้รับสารพิษว่าจะมีความไวต่อพิษดังกล่าวเพียงใด สารแอฟลาทอกซินเป็นสารพิษชนิดร้ายแรงมีความทนทานต่อความร้อนถึง 260 องศาเซลเซียส ดังนั้นในการหุงต้มจะไม่ทำลายพิษนี้ได้ นอกจากนี้แล้วอากาศที่ร้อน และมีความชื้นจะทำให้เชื้อราสามารถสร้างสารพิษชนิดนี้เพิ่มมากขึ้นได้ สารแอฟลาทอกซินเป็นสารอินทรีย์ประเภท heterocyclic compound อยู่ในกลุ่ม difranocoumarin สามารถทำให้เกิดพิษกับคนและสัตว์ ทั้งการเกิดพิษเฉียบพลันและทำให้เกิดมะเร็ง โดยทั่วไปในธรรมชาติมี 4 ชนิด คือ แอฟลาทอกซิน B_1, B_2, G_1, และ G_2 นอกจากนี้ยังพบ M_1, M_2, B_{2a} และ G_{2a} ซึ่งเป็นอนุพันธ์ของ B_1, B_2,และ G_2 ตามลำดับ โดย M_1และ M_2 พบมากในน้ำนมและปัสสาวะของสัตว์ที่ได้รับพิษ B_1 และ B_2 เข้าไป ส่วน B_{2a},และ G_{2a} พบในอาหารโดยทั่วไป (ธีรยุทธ์ และชัยวัฒน์, 2524, อรุณศรี, 2539) *Aspergillus flavus* เป็นเชื้อราที่มีก้นชูสปอร์ยาวไม่มีสี ส่วนปลายโป่งออกเป็น vesicle เป็นที่เกิดของ sterigmata ซึ่งเป็นเซลล์ที่เป็นที่เกิดของสปอร์จะเกิด

[1]คณะเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ต.คลอง6 อ.ธัญบุรี จ.ปทุมธานี 12110
[1]Faculty of Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Thanyaburi, klong 6, Thanyaburi, Pathumthani, 12110

ติดต่อกันเป็นลูกโซ่ conidial head ในระยะแรกมีสีเหลืองจากนั้นเปลี่ยนเป็นสีเขียวอมเหลืองและจะเขียวเข้มในที่สุด conidial head เป็นแบบ radiate แยกออกเป็น columns หลวมๆ หลายแท่งเมื่อแก่ (ชุติมันต์ และคณะ, 2545)

ปัจจุบันมีการศึกษาวิจัยเกี่ยวกับพืชสมุนไพรเพื่อนำมาใช้ประโยชน์จากสารสกัดสมุนไพรหลายชนิดเพื่อใช้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ชนิดต่างๆ ที่เป็นสาเหตุสำคัญในการก่อให้เกิดโรคในพืชหลายชนิด เพื่อลดการใช้สารเคมีลง เนื่องจากสารเคมีเหล่านี้เป็นสารเคมีสังเคราะห์และเป็นวัตถุมีพิษเมื่อใช้กันมากจะทำให้มีการสะสมสารพิษในสิ่งแวดล้อมจนเป็นอันตรายต่อชีวิตและสุขภาพของมนุษย์ ดังนั้นจึงมีการนำพืชสมุนไพร เครื่องหอม พืชหอม วัชพืช หรือ พืชท้องถิ่นที่มีคุณสมบัติในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชโดยเฉพาะโรคพืช ที่สามารถนำมาใช้อย่างปลอดภัยเนื่องจากสารที่มีอยู่ในพืชเป็นสารที่สลายตัวได้ง่ายมีความปลอดภัยอย่างสูงต่อผู้บริโภคและผู้ใช้ สารที่สกัดได้จากพืชเหล่านี้จะอยู่ในกลุ่มสารอินทรีย์ โดยสารเหล่านี้เป็นสารเชิงซ้อนที่มีสะสมอยู่ใน ใบ ดอก ลำต้น ซึ่งมีผลในการยับยั้งจุลินทรีย์ เชื้อรา สาเหตุโรคพืช เช่น สมุนไพร และเครื่องเทศ ตัวอย่างเช่น กานพลูมีสาร eugenol (80 – 87 %) และ eugenol cetate chavicol สามารถยับยั้งเชื้อรา *A. flavus, A. ochraceus, A. parasiticus, A. versicolor* เป็นต้น (แสงมณี, 2539) การปนเปื้อนของเชื้อรา *A. flavus* ในผลิตผลทางการเกษตร พบทั้งระยะปลูก เก็บเกี่ยว ตากแห้ง และระหว่างการขนส่ง พลู (*Piper betle* Linn.) เป็นพืชพื้นเมืองของประเทศมาเลเซียพบปลูกทั่วไปในเขตร้อนของประเทศอินเดีย ศรีลังกา และมลายู จัดเป็นไม้เถาเนื้อแข็ง มีรากฝอยออกจากบริเวณข้อใช้สำหรับเลื้อยเกาะ ใบเดี่ยวเรียงสลับ ผิวเรียบรูปหัวใจ กว้าง 4-10 เซนติเมตร ยาว 10-15 เซนติเมตร เส้นใบชัดเจน ปลายใบแหลม มีกลิ่นเฉพาะตัว ใบพลูมีน้ำมันหอมระเหย (Betal oil) ประมาณ 0.8-1.8 % ประกอบด้วยสาร eugenol และเซสควิเทอร์ปีน เช่น ชาวิคอล (chavicol) โดยพบว่าสารสกัดจากใบพลูมีฤทธิ์ยับยั้งเชื้อราที่เป็นสาเหตุของกลากหลายชนิด (วันดี, 2538) และจากการที่ใบพลูมีคุณสมบัติในการยับยั้งเชื้อราดังกล่าว งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นที่จะศึกษาการหาตัวทำละลายที่เหมาะสมกับการใช้ในการสกัดสารจากใบพลูที่สามารถนำมาใช้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อ *A. flavus* และดูแนวโน้มของความเข้มข้นที่เหมาะสมที่จะสามารถนำไปใช้ทดแทนสารเคมีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันได้ ตลอดจนเป็นแนวทางในการนำไปใช้ในการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราชนิดนี้ในผลิตผลทางการเกษตรอื่นๆ ของประเทศไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การสกัดสารจากใบพลู

นำใบพลูไปตากจนแห้งบดให้ละเอียดแล้วนำมาชั่งน้ำหนักแบ่งเป็น 5 ส่วน ส่วนละ 100 กรัม แต่ละส่วนนำไปใส่ในถุงผ้าดิบ และแช่ในตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ อาซิโตน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอาซิเตท และเมทานอล ปริมาตร 10 ลิตร เป็นเวลา 7 วัน ส่วนที่เป็นของเหลวที่ได้จากการแช่ใบพลูนำไปประเหยเอาตัวทำละลายออกด้วยเครื่องกลั่นระเหยสูญญากาศ (rotary vacuum evaporator) จนได้สารสกัดหยาบจากใบพลูมีลักษณะข้นเหนียว

การทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัด

ทดสอบสารสกัดหยาบจากใบพลูที่สกัดด้วยตัวทำละลายชนิดต่างๆ และเปรียบเทียบกับสารป้องกันกำจัดเชื้อรา เบนโนมิล (Benomyl) ซึ่งเป็นสารเคมีประเภทดูดซึมอยู่ในกลุ่มสารเบนซิมิดาโซล (Benzimidazoles) เลี้ยงเชื้อราเชื้อ *A. flavus* A748 ในจานเลี้ยงเชื้อบนอาหารพีดีเอ ที่อุณหภูมิห้อง 28-30 องศาเซลเซียส เมื่อเชื้อราเจริญเต็มที่และมีการสร้างสปอร์ เตรียมสารละลายสปอร์ (spore suspension) ที่มีความเข้มข้นของเชื้อราเป็น 10^6 สปอร์ต่อมิลลิลิตร นำสารละลายสปอร์ปริมาตร 0.5 มิลลิลิตร ผสมในอาหารพีดีเอ ปริมาตร 10 มิลลิลิตร ที่อุณหภูมิประมาณ 55 องศาเซลเซียส แล้วเทลงในจานเลี้ยงเชื้อที่มีอาหารพีดีเอ ปริมาณ 10 มิลลิลิตรซึ่งแข็งตัวแล้ว เมื่ออาหารผสมเชื้อราที่เททับลงไปแข็งตัวแล้ว ผึ่งให้ผิวหน้าอาหารแห้งและสามารถนำมาใช้ในการทดสอบได้ต่อไป

นำสารสกัดหยาบจากใบพลูมาทำให้เจือจางด้วยน้ำกลั่น นึ่งฆ่าเชื้อ ที่ระดับความเข้มข้น 500,000 400,000 300,000 200,000 และ 100,000 พีพีเอ็ม ตามลำดับ จากนั้นนำไปทดสอบประสิทธิภาพในการยับยั้งการเจริญของเชื้อด้วยวิธี Paper disc diffusion โดยนำกระดาษกรองที่ตัดเป็นแผ่นกลมขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตรที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วชุบลงในสารสกัดหยาบในแต่ละระดับความเข้มข้นและปล่อยให้แห้ง นำแผ่นกระดาษที่ชุบสารสกัดแล้วนี้ไปวางบนผิวอาหารที่เตรียมไว้ โดยมีแผ่นกระดาษกลมที่ชุบเฉพาะตัวทำละลายที่ใช้ในการสกัดสารจากใบพลูเป็นตัวเปรียบเทียบ ทำการทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ในแต่ละตัวทำละลาย บ่มเชื้อไว้เป็นเวลา 24 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้องทำการบันทึกผลโดยวัดเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโต (inhibition zone) ของเชื้อราในตัวทำละลายแต่ละชนิดที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ วางแผนการทดลองแบบ split plot จำนวน 4 กรรมวิธีเป็น main plot และ ระดับความเข้มข้นของสารสกัดจากใบพลู 5 ระดับเป็น sub plot การทดลองจำนวน 4 ซ้ำ ข้อมูลที่ได้นำไปวิเคราะห์ความแปรปรวน (ANOVA) และเปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's new

multiple range test (DMRT) และทำการทดสอบเชื้อกับสารเบนโนมิลด้วยวิธีการเดียวกัน โดยใช้ความเข้มข้นของสารเบนโนมิล ตามคำแนะนำในการป้องกันกำจัดเชื้อรา

ผลและวิจารณ์ผล

จากการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดพลูที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 4 ชนิด คือ อาซิโตน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอาซิเตท และเมทานอล ที่ระดับความเข้มข้น 100,000 200,000 300,000 400,000 และ 500,000 พีพีเอ็ม ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus* พบว่าไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เนื่องจากในการปฏิบัติงานพบว่าอาซิโตนเป็นสารที่ระเหยได้ง่ายทำให้ยากในการทดสอบเมื่อเปรียบเทียบกับตัวทำละลายชนิดอื่นอันอาจทำให้ความเข้มข้นของสารสกัดมีความคลาดเคลื่อนได้ และพบว่ามีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p< 0.05$) ในการทดสอบสารสกัดที่ระดับความเข้มข้นที่ต่างกันในสารสกัดที่สกัดด้วย อาซิโตน ไดคลอโรมีเทน และเอทิลอาซิเตท (Table 1) จากการเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารสกัดพลูกับประสิทธิภาพของสารเบนโนมิลที่ระดับความเข้มข้นที่แนะนำให้ใช้ คือ 1,000,000 พีพีเอ็ม พบว่าค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus* A748 ของสารสกัดหยาบที่สกัดด้วย อาซิโตน ไดคลอโรมีเทน เอทิลอาซิเตท และเมทานอล ที่ระดับความเข้มข้น 500,000 พีพีเอ็ม มีค่าเท่ากับ 19.5 21.0 22.5 และ 12.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ ในขณะที่สารเคมีไฮโนมิลให้ค่าเฉลี่ยเส้นผ่าศูนย์กลางของบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus* A748 เท่ากับ 20 มิลลิเมตร ที่ระดับความเข้มข้น 1,000,000 พีพีเอ็ม โดยพบว่าสารสกัดหยาบจากพลูด้วยเอทิลอาซิเตท ไดคลอโรมีเทน และอาซิโตน สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ใกล้เคียงกับการใช้สารเบนโนมิล ซึ่งอาจนำไปใช้ทดแทนสารเคมีที่ใช้อยู่ในปัจจุบันในการการควบคุมการปนเปื้อนของเชื้อราชนิดนี้ นอกจากนี้ยังอาจนำไปใช้ในการยับยั้งการเจริญของเชื้อราสาเหตุโรคเชื้อราในคนได้โดยพบว่าขี้ผึ้งที่มีสารสกัดจากพลู 4% สามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราที่เป็นสาเหตุของโรคผิวหนัง เช่น กลากตามผิวหนัง ผม หนังศีรษะ และเล็บ มีประสิทธิภาพดีกว่ายาแผนปัจจุบัน (วันดี, 2538)

Table 1 Concentrations of *Piper betle* L. extracts which inhibit *Aspergillus flavus* A748 at 24 hours.

Concentrations of extracts (ppm)	Inhibition zone (mm)			
	Solvents			
	acetone	dichloromethane	ethyl acetate	methanol
100,000	7.75[c]	9.50[c]	4.00[d]	7.00[a]
200,000	9.50[b]	12.50[b]	4.25[c]	8.75[a]
300,000	13.75[a]	16.25[a]	13.00[b]	9.50[a]
400,000	19.25[a]	19.75[a]	19.50[a]	11.00[a]
500,000	19.50[a]	21.00[a]	22.50[a]	12.50[a]

CV (a) 11.1 % and CV (b) 10.2 %

สรุปผล

ผลจากการทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดหยาบจากใบพลูในเอทิลอาซิเตท ไดคลอโรมีเทน และอาซิโตน พบว่าสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา *A. flavus* โดยที่ความเข้มข้น 500,000 พีพีเอ็ม ของสารสกัดก่อให้เกิดบริเวณยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ใกล้เคียงกับสารป้องกันกำจัดเชื้อราเบนโนมิลในระดับความเข้มข้น 1,000,000 พีพีเอ็ม ซึ่งจากการศึกษาข้างต้นจึงมีแนวโน้มที่จะนำสารสกัดจากใบพลูมาใช้ในการควบคุมเชื้อรา *A. flavus* ซึ่งเป็นเชื้อราที่สามารถผลิตสารพิษแอฟลาทอกซินปนเปื้อนในผลิตผลเกษตรและวัตถุดิบต่างๆ ที่ใช้ในอุตสาหกรรมอาหารและทางเภสัชวิทยาเพื่อทดแทนการใช้สารเคมีได้ ทั้งนี้ควรผ่านการทดสอบประสิทธิภาพของสารสกัดในตัวทำละลายชนิดต่างๆ ตลอดจนรูปแบบที่เหมาะสมของสารสกัดก่อน จึงแนะนำให้แก่เกษตรกรตลอดจนผู้ที่เกี่ยวข้องสามารถนำไปใช้อย่างมีประสิทธิภาพต่อไป

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลธัญบุรี ในการสนับสนุนทุนในการวิจัย และภาควิชาโรคพืช คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ ที่ให้ความอนุเคราะห์เชื้อรา *A. flavus* A748 ในการทดสอบ

เอกสารอ้างอิง

ชุติมันต์ พานิชศักดิ์พัฒนา, โกมินทร์ วิโรจน์วัฒนกุล และ อดิศักดิ์ คำนวณศิลป์, 2545, เอกสารทางวิชาการเรื่องโรคข้าวโพดและการป้องกันกำจัด, สถาบันวิจัยพืชไร่ กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, กรุงเทพฯ, 69 หน้า.

ธีรยุทธ์ กลิ่นสุคนธ์ และ ชัยวัฒน์ ต่อสกุลแก้ว, 2524, แอฟฟล่าท๊อกซิน, สำนักพิมพ์ ดร. สกล พงศกร, กรุงเทพฯ, 159 หน้า.

วันดี กฤษณพันธ์, 2538, สมุนไพรต้านรา ใน พจนีย์ สุริยวงศ์ บรรณาธิการ, ความก้าวหน้ายาสมุนไพรต้านจุลชีพ, กรุงเทพฯ, 182-199.

แสงมณี ชิงดวง, 2539, การป้องกันการกำจัดโรคพืช โดยใช้พืชสมุนไพร, ข่าวสารกองโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ, ปีที่ 6(2): 139 หน้า.

อรุณศรี วงษ์อุไร, 2539, สารพิษจากเชื้อราในเมล็ดพืชอาหาร, วารสารข่าวสารโรคพืชและจุลชีววิทยา กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ, ปีที่ 6(2): 88-92.

การสกัดสารจากพืชสมุนไพรเพื่อยับยั้งแบคทีเรียก่อโรคในอาหาร

The Extraction of Medicinal Herbs for Inhibit Food Pathogen

สุภาพร พงษ์มณี [1,2] และ กัญญาญาภัค สนามพล[1]
Phongmanee, S.[12] and Sanampol, G.[1]

Abstract

The extracted juice, steam extraction and 95% ethanol extraction of 24 medicinal herbs were studied for their antimicrobial activities against two strains of food pathogens, *Staphylococcus aureus* TISTR 029 and *Salmonella typhimurium* TISTR 292. It was found that steam extraction of Ka-yaeng (*Limnophila aromatica* Merr.) showed highest antimicrobial activities against *Staphylococcus aureus* TISTR 029. It was showed 9.5 mm. diameter of clear zone sized after 24 h. of incubation time. Extracted juice of Lead Tree (*Leucaena leucocephala (Lam.)* de Wit.), 95% ethanol extraction of Pakchoi (*Brassica chinensis* L.) and leaf of Vegetable Humming Bird (*Sesbania grandiflora* (L.) Deav.) showed highest antimicrobial activities against *Salmonella typhimurium* TISTR 292. Each was showed 8.0 mm. of clear zone sized after 24 h. of incubation time.

Keywords : medicinal herb, extracted herb, antimicrobial activity, food pathogen

บทคัดย่อ

ทำการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพของน้ำคั้นสด และสารสกัดด้วยไอน้ำ และเอธิลแอลกอฮอล์ความเข้มข้น 95% จากพืชผักสมุนไพรพื้นบ้านจำนวน 24 ชนิดต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ก่อโรคในอาหาร 2 ชนิด คือ *Staphylococcus aureus* TISTR 029 และ *Salmonella typhimurium* TISTR 292 พบว่า สารสกัดด้วยไอน้ำของผักแขยง (*Limnophila aromatica* Merr.) สามารถยับยั้งการเจริญของ *S. aureus* ได้มากที่สุด โดยมีขนาดโซนใส 9.5 มม. ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง และน้ำคั้นสดของกระถิน (*Leucaena leucocephala (Lam.)* de Wit.) สารสกัดด้วย 95% เอธิลแอลกอฮอล์จากกวางตุ้ง (*Brassica chinensis* L.) และใบแค (*Sesbania grandiflora* (L.) Deav.) มีฤทธิ์ในการยับยั้ง *Salmonella typhimurium* มากที่สุด โดยมีขนาดโซนใส 8.0 มม. ที่ระยะเวลา 24 ชั่วโมง

คำสำคัญ : สมุนไพรผักพื้นบ้าน สารสกัดจากสมุนไพร ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์ จุลินทรีย์ก่อโรคทางอาหาร

คำนำ

สมุนไพรพืชผักพื้นบ้านของไทยมีมากมายหลากหลายชนิด โดยมีการนำมารับประทานทั้งการรับประทานสดหรือเป็นองค์ประกอบในอาหาร มีการศึกษาการใช้สมุนไพรเป็นยารักษาโรค หรือการศึกษาการสกัดสมุนไพรต่างๆ ต่อการยับยั้งการเจริญของจุลินทรีย์ เพื่อใช้เป็นสารกันเสียในอาหารและเครื่องดื่ม (จารวี, 2547) อาทิ เช่น กระเทียม กานพลู (Clove) อบเชย (Cinnamon) มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียแกรมบวก แกรมลบ ยีสต์ และราได้ โดยมีรายงานว่า กระเทียมสามารถยับยั้งการเจริญของแบคทีเรีย *Salmonella typhymurium, Escherichia coli, Staphylococcus aureus, Bacillus cereus, Bacillus subtilis* เชื้อรา mycotoxigenic *Aspergillus* ยีสต์ *Candida albicans* ได้ หัวหอมสามารถยับยั้งการเจริญของเชื้อรา *Aspergillus flavus, Aspergillus parasiticus* ได้ ออริกาโนยับยั้งรา Mycotoxigenic *Aspergillus* แบคทีเรีย *Salmonella* spp. และ *Vibrio parahaemolyticus* ได้ เป็นต้น (Snyder, 1997) สารสกัดบัวบกด้วยน้ำสามารถยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella* Anatum ได้ (สิริลักษณ์, 2548)

Staphylococcus aureus และ *Salmonella typhymurium* เป็นแบคทีเรียแกรมบวกและแกรมลบ ที่มักพบการปนเปื้อนในผลิตภัณฑ์อาหารประเภทนม เนื้อสัตว์ และไข่ไก่ ทำให้เกิดอาการอาหารเป็นพิษได้ ดังนั้นเพื่อลดการใช้สารเคมีหรือ

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสยาม ภาษีเจริญ กรุงเทพฯ 10160
[1]Department of Food Technology, Faculty of Science, Siam University, Bangkok, 10160
[2]E-mail address: suphapornp@yahoo.com

ยาปฏิชีวนะในอาหาร งานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความสามารถของสมุนไพรหรือผักพื้นบ้านไทยในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียทั้งสองชนิดเพื่อใช้เป็นวัตถุกันเสียในอาหารทดแทนการใช้สารเคมี

อุปกรณ์และวิธีการ

จุลินทรีย์ที่ใช้ทดสอบ *Staphylococcus aureus* TISTR 029 และ *Salmonella typhimurium* TISTR 292 จากศูนย์เก็บรักษาสายพันธุ์จุลินทรีย์ สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย บ่มบน slant agar และเก็บในตู้เย็นจนกว่าจะใช้งาน จึงนำเชื้อมา 1 ลูปเลี้ยงในอาหารเหลว Nutrient broth ปริมาตร 5 มล. บ่มที่อุณหภูมิ 37 °C เป็นเวลา 24 ชม. โดยมีปริมาณเซลล์เริ่มต้น 10^8 CFU/ml

ตัวอย่างพืชสมุนไพรพื้นบ้าน ซื้อจากตลาดสดจำนวน 24 ชนิด ได้แก่ สะระแหน่ (*Metha cordifolia* Opiz ex Freser.) กระถิน (*Leucaena leucocephala (Lam.)* de Wit.) ดอกขจร (*Telosma minor Craib*) ผักปรัง (*Basella rubra* L.) เตยหอม (*Pandanus amaryllifolius Roxb.*) กระเจี๊ยบ (*Hibiscus sabdariffa* L.) แค (*Sesbania grandiflora* (L.) Deav.) ทั้งส่วนของใบ และดอกแค ชะอม (*Acacia pennata* (L.) Willd. subsp. *Insuavis* (Lace) I.C. Nielsen) ชะพลู (*Piper sarmentosum* Roxb.) ขี้เหล็ก (*Senna siamea (Lam.)* Irwin & Barneby) ผักแขยง (*Limnophila aromatica* Merr.) กวางตุ้ง (*Brassica chinensis* L.) ทองหลาง (*Erythrina fusea* Lour.) ย่านาง (*Tiliacora Triandra Diels*) โหระพา (*Ocimum basilicum* L.) ผักชีล้อม (*Oenanthe javanica* (Blume) DC.) ผักชีลาว (*Anethum graveolens* L.) บัวบก (*Centella asiatica* (L.) Urb.) ยี่หร่า (Carum carvi L.) ผักชีฝรั่ง (*Erygium foetidum* L.) ผักหวาน (*Melientha suavis* Pierre) ยอบ้าน (*Morinda citrifolia* L.) ผักขม (*Amaranthus lividus* L.) และ สะเดา (*Azadirachta indica* Valeton.)

การเตรียมพืชผักสมุนไพรพื้นบ้านแห้ง นำพืชสมุนไพรพื้นบ้านมาล้างน้ำให้สะอาด แช่ แอลกอฮอล์ความเข้มข้น 70% เป็นเวลา 3 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่น อบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 60 °C เป็นเวลาประมาณ 3 ชม. จนกระทั่งพืชแห้ง นำมาบดให้เป็นผง

การเตรียมน้ำคั้นพืชผักสมุนไพรพื้นบ้านสด นำพืชสมุนไพรพื้นบ้านที่ผ่านการล้างน้ำให้สะอาด และแช่ 70% แอลกอฮอล์เป็นเวลา 3 นาที แล้วล้างออกด้วยน้ำกลั่นบดด้วยโกร่งที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้ว และกรองแยกกากออก จะได้น้ำสกัดจากสมุนไพร

การสกัดพืชผักสมุนไพรพื้นบ้านด้วยไอน้ำ นำผงสมุนไพรพื้นบ้านแห้ง 5 กรัม ผสมกับน้ำกลั่น 150 มล. ใส่ใน flask และทำการสกัดด้วยเครื่องสกัดโปรตีน (Figure1) เป็นเวลาประมาณ 4 ชม. เก็บสารสกัดใส่ขวดสีชา แช่ตู้เย็นจนกระทั่งจะนำไปทดสอบ

การสกัดพืชผักสมุนไพรพื้นบ้านด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95% นำผงสมุนไพรพื้นบ้านแห้งมาสกัดด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95% ในอัตราส่วนผงสมุนไพรแห้ง 5 กรัม ต่อ เอทานอล 150 มล. ปิดฝาขวดให้แน่น เขย่าที่อัตรา 150 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิห้อง เป็นเวลา 3 วัน กรองด้วยกระดาษกรองเบอร์ 4 เก็บสารสกัดจากเอทานอลในขวดสีชาปิดฝาให้แน่น เก็บในตู้เย็นจนกว่าจะนำมาทดสอบ

Figure 1 Protein extraction apparatus for vapor extraction of medicinal herbs.

การทดสอบฤทธิ์ของสารสกัดพืชผักสมุนไพรพื้นบ้านต่อการยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella typhimurium* ปิเปตสารแขวนลอยเชื้อ *Staphylococcus aureus* หรือ *Salmonella typhimurium* ปริมาตร 1 มล. Spread บนจานอาหาร Nutrient Agar ทิ้งให้แห้ง นำ paper disk ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 5 มม.ที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจุ่มในสารสกัดจากสมุนไพรพื้นบ้าน ทิ้งให้แห้ง วางบนจานอาหารที่ spread เชื้อไว้ บ่มที่อุณหภูมิ 37°C เป็นเวลา 48 ชม. สังเกตโซนใส (clear zone) ที่เวลา 24 ชม. และ 48 ชม. วัดเส้นผ่านศูนย์กลางโซนใส

ผล

ผลของสารสกัดและน้ำคั้นพืชผักสมุนไพรพื้นบ้านสดต่อการยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* TISTR 029 น้ำคั้นสมุนไพรสดจำนวน 24 ตัวอย่าง พบว่ามีเฉพาะน้ำคั้นจากผักแขยง และดอกแค สามารถยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* ได้ โดยที่เวลา 24 ชม. สร้างโซนใสขนาด 6 มม. ทั้งสองชนิด และที่ 48 ชม. เกิดโซนใสขนาด 6.3 และ 6.7 มม. (Figure 2) ตามลำดับ สารสกัดจากสมุนไพรโดยเอทานอลความเข้มข้น 95% ที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* ได้แก่ สะระแหน่ ใบแค ย่านาง และยี่หร่า โดยที่เวลา 24 ชั่วโมง สร้างโซนใสขนาด 8.0 8.7 9.0 และ 8.0 มม. ตามลำดับ ที่เวลา 48 ชั่วโมง มีขนาดโซนใส 9.0 9.0 8.7 และ 7.7 มม. ตามลำดับ ส่วนผลของสารสกัดจากสมุนไพรด้วยไอน้ำที่มีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* ที่เวลา 24 และ 48 ชม. ดังแสดงใน Table 1

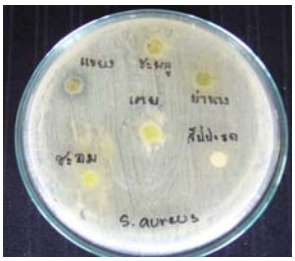


Figure 2 (left) Inhibition zone against *Staphylococcus aureus* by extracted juice of Khayaeng (right) (*Limnophila aromatica* Merr.).

Table 1 Inhibition zone against *Staphylococcus aureus* by steam extraction of medicinal herbs.

Medicinal herbs	diameter of clear zone (mm)	
	24 h.	48 h.
Mentha (*Metha cordifolia Opiz* ex Freser.)	0	8.0
Ceylon spinach (*Basella albra* L.)	9.0	9.0
Roselle (*Hisbiscus sabdariffa* L.)	7.0	8.0
Thai copper pod (*Senna siamea* (Lam.) Irwin & Barneby)	8.5	8.5
Khayaeng (*Limnophila aromatica* Merr.)	9.5	9.5
Pakchoi (*Brassica chinensis* L.)	0	6.0
Sweet basil (*Ocimum basilicum* L.)	8.0	8.0
Dill (*Anethum graveolens* L.)	8.5	8.5
Tiger herbal (*Centella asiatica* (L.) Urb.)	8.5	8.5

ผลของสารสกัดและน้ำคั้นพืชผักสมุนไพรสดต่อการยับยั้งการเจริญของ *Salmonella typhimurium* TISTR 292 น้ำคั้นสมุนไพรสดที่มีผลในการยับยั้งการเจริญของ *Salmonella typhimurium* ได้แก่ น้ำคั้นจากกระถิน เตย และแขยง โดยที่เวลา 24 ชม. สามารถสร้างโซนใสขนาด 8.0 6.0 และ 5.7 มม. ตามลำดับ เมื่อระยะเวลาบ่มที่ 48 ชม. พบว่าน้ำคั้นจากกระถินและเตย มีการสร้างโซนใสที่กว้างขึ้นเป็น 11.0 และ 16.0 มม. ตามลำดับ สารสกัดสมุนไพรด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95% จากกวางตุ้ง และใบแค ที่เวลาบ่ม 24 และ 48 ชม. สร้างโซนใสขนาด 8.0 มม.เท่ากัน ตามลำดับ ส่วนสารสกัดชะอมด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95% ไม่สามารถสร้างโซนใส ที่ 24 ชม.ได้ แต่สามารถสร้างโซนใสขนาด 6.0 มม.ได้ที่เวลา 48 ชม. ส่วนผลของสารสกัดสมุนไพรด้วยไอน้ำต่อ *Salmonella typhimurium* ดังแสดงใน Table 2

สรุปและวิจารณ์ผล

น้ำคั้นจากแขยงมีฤทธิ์ในการยับยั้งการเจริญของแบคทีเรียก่อโรคในอาหารได้ทั้ง *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella typhimurium* แต่ทั้งนี้พบว่าการยับยั้งการเจริญของน้ำคั้นจากแขยงต่อ *Salmonella typhimurium* มีฤทธิ์สั้นเพียงประมาณ 24 ชม. โดยเมื่อบ่มระยะ เวลานานขึ้นที่ 48 ชม. จะมีการเจริญของเชื้อเกิดขึ้นได้ สารสกัดสมุนไพรด้วยไอน้ำที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียทั้งสองชนิด ได้แก่

Table 2 Inhibition zone against *Salmonella typhimurium* by steam extraction of medicinal herbs.

Medicinal herbs	diameter of Clear zone (mm)	
	24 h.	48 h.
Ceylon spinach (*Basella alba Linn.*)	0	7.0
Thai copper pod (*Cassia siamea Britt.*)	0	7.5
Khayaeng (*Limnophila aromatica* (Lomk.) Merr.)	0	8.0
Sweet basil (*Ocimum basilicum L.*)	0	8.7
Dill (*Anethum graveolens L.*)	0	8.5
Fitweed (*Eryngium foetidum Linn.*)	0	7.0

สารสกัดจากผักปรัง ขี้เหล็ก โหระพา และผักชีลาว แต่ทั้งนี้การยับยั้งการเจริญของ *Salmonella typhimurium* จะเกิดขึ้นช้า เห็นได้จากผลการยับยั้งที่เวลา 48 ชม. สารสกัดสมุนไพรด้วยเอทานอลความเข้มข้น 95% ที่สามารถยับยั้งแบคทีเรียทั้งสองชนิดได้ ได้แก่ สารสกัดจากใบแค ดังนั้นอาจสรุปได้ว่าน้ำคั้นจากแขยง และสารสกัดด้วยไอน้ำจากผักปรัง ขี้เหล็ก โหระพา และผักชีลาว และสารสกัดจาก 95% เอทานอลของใบแค มีความเหมาะสมที่จะนำไปศึกษาเพื่อพัฒนาเป็นสารกันเสียในอาหารได้ จากการเปรียบเทียบวิธีการสกัดสารสกัดสมุนไพรด้วยไอน้ำและการสกัดสมุนไพรด้วย 95% เอทานอล พบว่า วิธีการสกัดด้วยไอน้ำมีผลทำให้ได้สารสกัดซึ่งมีผลยับยั้งการเจริญของ *Staphylococcus aureus* และ *Salmonella typhimurium* ได้มากกว่าวิธีการสกัดด้วย 95% เอทานอล ซึ่งในการทดลองของ สิริลักษณ์ (2548) พบว่าการสกัดใบบัวบกด้วยน้ำก็มีผลต่อการยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ได้ดีกว่าการสกัดใบบัวบกด้วยแอลกอฮอล์

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณมหาวิทยาลัยสยามที่สนับสนุนทุนวิจัยในการทำวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

Snyder Peter O., 1997, Antimicrobial effects of spices and herb. [online], Available: http://www.hi-tm.com / Documents/Spices.html [January/ 25/ 2007]

จารวี สุขประเสริฐ, 2547, การคัดเลือกสารสกัดจากพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่เกี่ยวข้องในการผลิตไวน์, วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาจุลชีววิทยาประยุกต์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

สิริลักษณ์ สำราญบำรุง, 2548, ผลของสารสกัดบัวบกต่อเชื้อ *Staphylococcus aureus* , *Salmonella Anatum* และเชื้อแบคทีเรียแลคติก (บางชนิด) ที่เกี่ยวข้องกับอาหารหมัก, วิทยานิพนธ์หลักสูตรวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิชาสุขาภิบาล สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 58-61 (2007) ว. วิทย์.กษ. 38(6)(พิเศษ): 58-61 (2550)

การวิเคราะห์สารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อรา

Identification of Limonoid Extracts from Mandarin Seeds Infected with Fungi

ขวัญฤทัย คล้ายมุข [1]อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ ภัทรานิษฐ์ ตรีเพ็ชร์[1]

Klymuk, K.[1], Kerdchoechuen, O.[1], Laohakunjit, N.[1] and Tripetch, P.[1]

Abstract

The effect of fungus on the change of limonoid extracts from Mandarin seeds by 3 organic solvents; acetone, ethanol, and methanol was investigated. By using Thin Layer Chromatographic Technique (TLC) and High Performance Liquid Chromatography (HPLC), it was found that the highest limonoids from fungal infected seeds extracted by acetone were limonin and nomilin. Limonoid extracts from fungal infected seeds showed the higher amount of limonin and nomilin than the limonoid extracts from non-infected seeds. Thus, the infected Mandarin seeds by fungus effected the increasing of limonin and nomilin content. The fungus infected on seeds was morphologically identified as the genus *Penicillium*.

Keywords : limonoid, mandarin seed, extract

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของเชื้อราต่อการเปลี่ยนแปลงของสารสกัดลิโนมอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวาน ซึ่งสกัดโดยใช้ตัวทำละลาย 3 ชนิด คือ อะซีโตน เอทานอล และเมทานอล ตรวจวิเคราะห์ด้วยเทคนิค Thin Layer Chromatographic (TLC) และ High Performance Liquid Chromatography (HPLC) พบว่าสารลิโมนอยด์ที่สกัดด้วยอะซีโตนจากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อรามีปริมาณลิโมนินและโนมิลินสูงสุด และสารลิโมนอยด์ที่สกัดได้จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อรามีปริมาณลิโมนินและโนมิลินสูงกว่าลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ไม่ปนเปื้อนเชื้อรา ซึ่งเชื้อราที่พบบนเมล็ดส้มนั้นมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณลิโมนินและโนมิลิน เมื่อนำเชื้อรามาวินิจฉัยโดยใช้ลักษณะทางสัณฐานวิทยา พบว่าเป็นเชื้อราในจีนัส *Penicillium*

คำสำคัญ : ลิโมนอยด์ เมล็ดส้มเขียวหวาน สารสกัด

คำนำ

เมล็ดของพืชตระกูลส้มประกอบด้วยสารลิโมนอยด์ (limonoids) ได้แก่ ลิโมนิน (limonin) โนมิลิน (nomilin) อิแชจิน (ichagin) และโอบาคิวโนน (obacunone) สารลิโมนอยด์เหล่านี้สามารถใช้จัดการศัตรูพืชได้เช่นเดียวกับสาร azardirachtin จากต้นสะเดาอินเดีย *(Azadirachta indica)* ซึ่งสารลิโมนอยด์เป็นสารที่ละลายได้ดีในตัวทำละลายอินทรีย์ เช่น คลอโรฟอร์ม อะซีโตน เมทานอล แต่ไม่ละลายในน้ำ (ขั้วมาก) จากการศึกษาของเรณู (2543) โดยการสกัดสารลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวาน พบว่า คลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลายที่สามารถสกัดสารลิโมนิน และโนมิลินได้สูงสุด รองลงมาคือ อะซีโตน อย่างไรก็ตามคลอโรฟอร์มเป็นตัวทำละลายอินทรีย์ที่มีความเป็นพิษ การพิจารณาตัวทำละลายที่เหมาะสมสำหรับการสกัดสารลิโมนอยด์ สามารถเพิ่มประสิทธิภาพของการสกัดได้ ซึ่งค่า dielectric constant (k) เป็นพารามิเตอร์ที่นำมาใช้ในการเลือกตัวทำละลาย มีรายงานว่า อะซีโตน เอทานอล และเมทานอล เป็นตัวทำละลายที่มีขั้วน้อย และมีค่า k ใกล้เคียงกัน เท่ากับ 20.7, 24.3 และ 32.6 ตามลำดับ (Daniel และคณะ, 1994) อย่างไรก็ตามเมล็ดส้มเขียวหวานก่อนนำมาสกัดสารลิโมนอยด์ มักพบการปนเปื้อนของจุลินทรีย์และเชื้อรา ซึ่งติดมากับเมล็ดและผลส้มเขียวหวาน เช่น *Penicillium digitatum* ซึ่งสารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อรา สามารถทำให้หนอนกระทู้หอมตายได้ (ณัฏฐา และอรพิน, 2543) อย่างไรก็ตามยังไม่มีการวิเคราะห์ชนิดและปริมาณของสารดังกล่าว รวมทั้งยังไม่ได้ศึกษาประสิทธิภาพของสารในการทำให้หนอนกระทู้หอมตาย และความเป็นพิษต่อศัตรูผักของสารสกัดลิโมนอยด์ที่ปนเปื้อนเชื้อรา ดังนั้นในการศึกษานี้เพื่อวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารลิโมนอยด์ที่สกัดได้จากเมล็ดส้มเขียวหวาน ที่ปนเปื้อนเชื้อรา เพื่อเป็นแนวทางในการนำสารสกัดนี้มาใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชต่อไป

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน ถนนเทียนทะเล กรุงเทพฯ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkuntein Campus, Tein-talay Rd., Bangkok 10150

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อราและไม่ปนเปื้อนเชื้อรา บดละเอียดปริมาณ 100 กรัม สกัดน้ำมันออกด้วยเฮกเซน (แช่เมล็ดส้มบด ในเฮกเซน 400 ml ทิ้งไว้เป็นเวลา 36 ชั่วโมง) กรองแยกส่วนเมล็ดส้มบดออกจากเฮกเซนด้วยผ้าขาวบาง นำไปใช้สกัดสารลิโมนอยด์ด้วยตัวทำละลาย อะซีโตน เอทานอล และเมทานอล โดยแช่ในตัวทำละลาย ปริมาตร 400 ml เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แยกสารสกัดซึ่งอยู่ในส่วนใสของตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิด มาระเหย โดยใช้เครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 70 °C แล้วนำไปเก็บในขวดแก้วสีชา แช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 °C นำสารสกัดที่ได้ไปตรวจสอบชนิดและปริมาณสารลิโมนอยด์ด้วยเทคนิค TLC และ HPLC และการวิเคราะห์ทางกายภาพ ได้แก่ ลักษณะปรากฏของสารสกัดสี และ % yield ของ crude extracts

การวิเคราะห์ชนิดสารลิโมนอยด์ที่สกัดจากเมล็ดส้มเขียวหวาน ด้วยเทคนิค TLC (Kimball, 1991)

เตรียมสารละลายของสารสกัดจากเมล็ดส้มเขียวหวานด้วยตัวทำละลายทั้ง 3 ชนิดให้มีความเข้มข้น 1% (w/v) โดยใช้เฮปเทน:โพรพานอล:เมทานอล ในอัตราส่วน 11:12:2 โดยปริมาตร เป็นตัวทำละลาย เตรียม developing tank จำนวน 2 แทงค์ โดยแทงค์แรกเติมอะซีโตน 150 ml เพื่อให้มีความสูงจากฐาน 0.5 cm แทงค์ที่ 2 ผสมเบนซิน เฮกเซน อะซิโตน และกรดอะซิติก ในอัตราส่วน 65:2:10:3 โดยปริมาตร 100 ml ตามลำดับ ตั้งทิ้งไว้เป็นเวลา 1 คืน เพื่อให้สารละลายอิ่มตัว

spot สารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่สกัดด้วยอะซีโตน เอทานอล และเมทานอล เทียบกับสารละลายมาตรฐาน limonin และ nomilin ปริมาตรละ 10 μL ลงบนแผ่น TLC ให้จุดสารอยู่ห่างจากขอบแผ่น TLC ด้านล่าง 1 cm แล้วผึ่งให้แห้ง นำแผ่น TLC ใส่ในแทงค์ที่ 1 (อะซีโตน 150 ml) จนระดับอะซีโตนสูงจากจุดเริ่มต้น 6 cm นำออกมาทิ้งให้แห้งในอากาศ นำแผ่น TLC ใส่ในแทงค์ที่ 2 ที่อิ่มตัวด้วยสารละลายผสม จนระดับของสารละลายสูงจากจุดเริ่มต้น 10 cm นำออกมาทิ้งให้แห้งในอากาศ จากนั้นทำซ้ำอีก 1 รอบในแทงค์เดิม นำแผ่น TLC ไปพ่นด้วยกรดซัลฟูริก 10% ในเอทานอล แล้วนำไปวางบน hot plate จนปรากฏจุดสีบนแผ่น TLC เปรียบเทียบสารสกัดจากเมล็ดส้มเขียวหวานกับสารมาตรฐาน 2 ชนิดพร้อมทั้งบันทึกภาพถ่ายเก็บไว้ และคำนวณค่า R_f

การวิเคราะห์ชนิดและปริมาณสารลิโมนอยด์ที่สกัดจากเมล็ดส้มเขียวหวาน ด้วยเทคนิค HPLC

เตรียมสารละลายมาตรฐาน limonin และสารละลายมาตรฐาน nomilin เข้มข้น 100 ppm และเตรียมสารละลายลิโมนอยด์ของเมล็ดส้มเขียวหวานที่สกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด (อะซีโตน เอทานอล และเมทานอล) ละลายใน mobile phase คือ เฮปเทน:โพรพานอล:เมทานอลในอัตราส่วน 11:12:2 โดยปริมาตร

นำสารละลายของสารสกัดจากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ละลายใน mobile phase วิเคราะห์ด้วยเครื่อง HPLC โดย flow rate 1.6 ml/min อุณหภูมิ 25 °C UV absorption ที่ 207 nm ฉีดสารละลายของสารสกัดที่ละลายใน mobile phase ปริมาตร 50 μL ใช้คอลัมน์ Zorbax-CN ขนาด 250 x 4.6 mm แบบ normal phase

การตรวจพิสูจน์เชื้อ (identify) โดยเลี้ยงเชื้อในอาหารวุ้น PDA และนำมาตรวจภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และถ่ายรูปลักษณะโครงสร้างของรา (วิจัย, 2531)

ผล

อะซีโตนเป็นตัวทำละลายที่ให้ปริมาณสารสกัด (%yield crude extract) สูงกว่า เอทานอล และเมทานอล ตามลำดับ (Figure1) ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองของ Hasegawa และ Berhow (2000) ที่พบว่า อะซีโตนเป็นตัวทำละลายที่ใช้สกัดสารลิโมนอยด์ได้ดีที่สุด อย่างไรก็ตามเมล็ดส้มเขียวหวานที่ไม่ปนเปื้อนเชื้อราได้ % yield สูงกว่าเมล็ดส้มที่ปนเปื้อนเชื้อรา (Figure1) อาจเนื่องมาจากเชื้อราใช้สารสกัดในการเจริญเติบโต และจากผลการวิเคราะห์ด้วยเทคนิค TLC ดัง Table 1 เมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อราสกัดด้วยตัวทำละลาย 3 ชนิด มีสาร unknown 2 สาร แต่ส้มเขียวหวานที่ไม่ปนเปื้อนมี สาร unknown 3 ชนิด แสดงให้เห็นว่าเมล็ดส้มที่ไม่ปนเปื้อนเหลือสารลิมอยด์มากกว่าในเมล็ดส้มที่ปนเปื้อน (ซึ่งเชื้อราอาจนำไปใช้สำหรับการเจริญเติบโต) และ Figure 2 โดยใช้เทคนิค HPLC แสดงให้เห็นว่าเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อรามีสาร limonin และ nomilin สูงกว่าสารสกัดจากเมล็ดส้มที่ไม่ปนเปื้อนเชื้อรา ซึ่งสารสกัดโดยใช้อะซิโตนให้ปริมาณสาร limonin และ nomilin สูงกว่าการใช้ตัวทำละลายเอทานอล และเมทานอล ตามลำดับ นอกจากนี้พบปริมาณ limonin สูงกว่า nomilin สอดคล้องกับการทดลองของ Rouseff และ Nagy (1982) พบว่า limonin เป็นสารที่พบมากที่สุดในสารประกอบลิโมนอยด์ทั้งหมด คือ 42-89% ของลิโมนอยด์ทั้งหมด และ nomilin ประมาณ 8.9-48.0% ของลิโมนอยด์ทั้งหมด

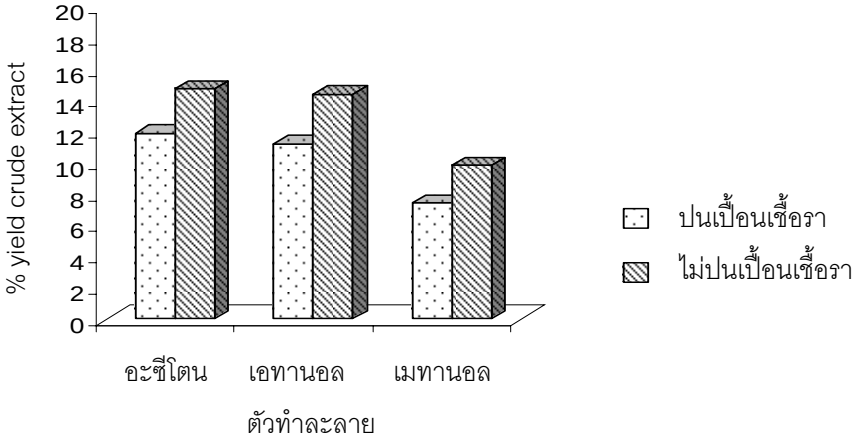


Figure 1 % yield of crude extracts by 3 solvents.

Table 1 Unknown compound of limonoid extracted from mandarin seed by 3 solvents.

สารสกัดจากเมล็ดส้มเขียวหวาน		unknown1 (R_f)	unknown2 (R_f)	unknown3 (R_f)
ปนเปื้อน	อะซีโตน	0.68	0.54	-
	เอทานอล	0.68	0.54	-
	เมทานอล	0.68	0.56	-
ไม่ปนเปื้อน	อะซีโตน	0.28	0.30	0.34
	เอทานอล	0.28	0.30	0.34
	เมทานอล	0.28	0.31	0.34

สรุปผล

สารลิโมนอยด์ที่สกัดด้วยอะซีโตนจากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อรามีปริมาณลิโมนินและโนมิลินสูงกว่าการสกัดด้วยเอทานอล และเมทานอล และสูงกว่าสารลิโมนอยด์ที่สกัดได้จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ไม่ปนเปื้อนเชื้อรา แต่อย่างไรก็ตามควรมีการศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดจากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อราต่อคนก่อนนำมาใช้เป็น biopesticide ซึ่งเชื้อราที่พบบนเมล็ดส้มเขียวหวาน และมีผลต่อการเพิ่มขึ้นของปริมาณลิโมนินและโนมิลินนั้นเป็นเชื้อราจำพวก *Penicillium* spp. ควรมีการศึกษาและพัฒนาในโอกาสต่อไป

เอกสารอ้างอิง

ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ และ อรพิน เกิดชูชื่น, 2543, การใช้สารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวาน(*Citrus reticulata* Blanco) ในการป้องกันกำจัดหนอนหนังเหนียว (*Spodoptera exigua*), รายงานผลการดำเนินงาน, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 66 หน้า.

เรณู รวยรื่น, 2543, การใช้สารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco)ในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua* Hubner), วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 81 หน้า.

Daniels, F.,Mathews, J. H. and Williams, J. W. 1994, " Dielectric constant", Experimental Physical Chemistry, New York: McGraw-Hill 2nd ed., 6th impression, pp. 256-271.

Hasegawa, S. and Berhow, M., 2000, "Analysis of limonoids by Thin - Layer Chromatography", In Citrus limonoids Functional Chemicals in Agriculture and Foods; Berhow, M. A., Hasegawa, S., Manners G.D., Eds.; ACS Symposium Series 758; American Chemical Society: Washington DC, pp. 31-39.

Jayaprakasha, G.K., Singh, R.P., Periara, J.and Sakariah, K.K., 1997, Limonoids from Citrus reticulata and their moult inhibiting activity in mosquito Culex quinquefasciatus larvae, Phytochemistry, 44(5): 843–846.

Kimball, D., 1991, Citrus Processing : Quality Control and Technology, Van Nostrand New York, pp. 144-145.

Rouseff, R.L., Nagy, 1982, "Distribution of Limonoids in citrus seed," Phytochemistry, 22(1): 85–90.

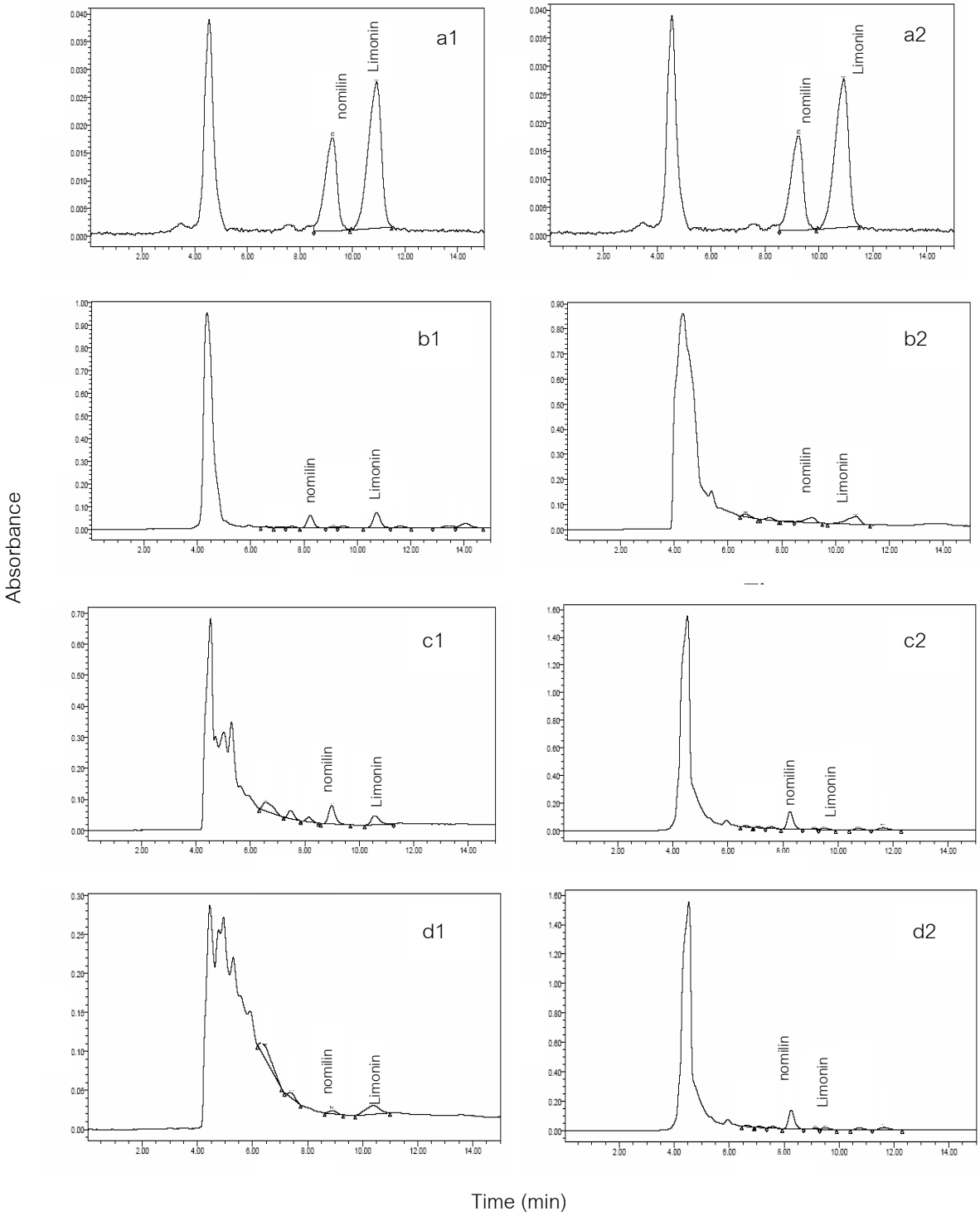


Figure 2 Chromatogram of nomilin and limonin from mandarin seed with fungus infection extracted by acetone (b1), ethanol (c1) and methanol (d1), compared with non infected seeds extracted by acetone (b2), ethanol (c2) and methanol (d2) and standard of nomilin (a1) and limonin (a2).

การศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาต่อความแปรปรวนทางพันธุกรรมของเมล็ดผักกาดเขียวปลี

Effect of Gamma Irradiation on Genetic Variation of Chinese Mustard Seed

นวลจันทร์ ภูคลัง[1] ทักษอร บุญชู[1] และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1]
Phuklung, N.[1], Boonchoo, T.[1] and Photchanachai, S.[1]

Abstract

The effect of gamma irradiation dose 0-250 Gy for genetic variation of Chinese mustard seed was investigated by mean of germination and vigor of seed. The germination percentage (86-89%) and germination index (16.10-16.52) did not significantly effect by irradiation. The irradiated seed, however, showed slower shoot and root length than the control sample particularly, the shoot length of the seed irradiated with 250 Gy was the slowest. The lowest germination percentage (77.0%) and germination index (11.89) after accelerated aging were found in the seed treated at 150 Gy followed by the 250 Gy, 82.40% germination and 12.54 germination index.

Keywords : Chinese mustard seed, gamma irradiation, germination, vigor

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 0-250 เกรย์ ต่อความแปรปรวนทางพันธุกรรมของเมล็ดพันธุ์ผักกาดเขียวปลี โดยตรวจสอบจากความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด พบว่า การฉายรังสีไม่ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอก (86-89%) และดัชนีความงอก (16.10-16.52) ของเมล็ดผักกาดเขียวปลีแตกต่างกันทางสถิติ แต่เมล็ดผักกาดเขียวปลีที่ฉายรังสีมีความยาวของยอดอ่อนและรากอ่อนช้ากว่าชุดควบคุม โดยการฉายรังสีในปริมาณ 250 เกรย์ ทำให้ความยาวของยอดอ่อนต่ำที่สุด และพบว่าการฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 150 เกรย์ ทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอก (77.0%) และดัชนีความงอก (11.89) ของเมล็ดภายหลังการเร่งอายุของเมล็ดพันธุ์มีค่าต่ำที่สุด รองลงมาคือ การฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 250 เกรย์ที่มีความงอก 82.40 เปอร์เซ็นต์และดัชนีความงอกเท่ากับ 12.54

คำสำคัญ : เมล็ดผักกาดเขียวปลี, gamma irradiation, การงอก, ความแข็งแรง

คำนำ

ผักกาดเขียวปลีเป็นผักอุตสาหกรรมที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจซึ่งนิยมใช้บริโภคในรูปผักกาดดอง และได้รับความนิยมจากผู้บริโภคอย่างกว้างขวางทั้งในและต่างประเทศ โดยเฉพาะความต้องการผักกาดดองบรรจุกระป๋องของต่างประเทศมีแนวโน้มสูงขึ้น เมื่ออุตสาหกรรมการทำผักกาดดองขยายตัวขึ้นทุกปี จึงทำให้มีความต้องการวัตถุดิบในการผลิตผักกาดดองบรรจุกระป๋องมากขึ้น แต่เนื่องจากผักกาดเขียวปลีเจริญเติบโต ให้ผลผลิตสูงและคุณภาพการห่อปลีดีที่สุดในสภาพอากาศหนาวเย็น (อุณหภูมิระหว่าง 15-20 องศาเซลเซียส) (สุนทร, 2540) ส่วนในช่วงฤดูร้อนและฤดูฝนผักกาดเขียวปลีให้ผลผลิตต่ำและลักษณะของปลีไม่เหมาะสมสำหรับการนำมาทำผักกาดดองบรรจุกระป๋อง จึงทำให้ผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของโรงงาน ปัจจุบันนักปรับปรุงพันธุ์ได้พยายามพัฒนาเทคนิคและวิธีการต่างๆ เพื่อให้ได้พันธุ์ที่สามารถทนทานต่ออุณหภูมิสูง ทนทานต่อสภาพอากาศแปรปรวนหรือฝนตก มีลักษณะการห่อปลีดี ให้ผลผลิตในปริมาณที่สูง ตลอดจนทนทานต่อโรคและแมลงศัตรู สำหรับการปรับปรุงพันธุ์พืชโดยการฉายรังสีเป็นวิธีการที่สามารถนำมาประยุกต์ใช้ได้ดีวิธีหนึ่ง ซึ่งรังสีที่ใช้ในการปรับปรุงพันธุ์พืชได้แก่ รังสีเอ็กซ์ รังสีแกมมา และรังสีนิวตรอน ซึ่งจัดอยู่ในกลุ่มของ ionizing radiation โดยรังสีแกมมาได้รับความนิยมในการนำมาใช้เพื่อกระตุ้นให้เกิดการกลายพันธุ์ในพืชมากกว่ารังสีชนิดอื่นๆ เนื่องจากรังสีแกมมามีความยาวคลื่นสั้นมีอำนาจในการทะลุทะลวงผ่านวัตถุได้สูง (Wood, 1983) งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเบื้องต้นเกี่ยวกับปริมาณรังสีที่เหมาะสมในการชักนำให้เกิดการกลายพันธุ์ในผักกาดเขียวปลี โดยการตรวจสอบเบื้องต้นจากความงอกและความแข็งแรงของเมล็ด ซึ่งความรู้ที่ได้จากงานวิจัยนี้สามารถใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการปรับปรุงพันธุ์ผักกาดเขียวปลีให้สามารถผลิตได้ตลอดทั้งปี

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-knam, Bangkhuntein, Bangkok10150

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดผักกาดเขียวปลี ซึ่งเป็นเมล็ดพันธุ์ที่ได้มาจากบริษัทจำหน่ายเมล็ดพันธุ์ในประเทศไทย มาฉายรังสีแกมมาที่ปริมาณรังสี 0, 50, 100, 150, 200 และ 250 เกรย์ จากนั้นนำเมล็ดพันธุ์มาทดสอบการงอก (%germination) ตามมาตรฐานของ ISTA (1993) ดังนี้คือ นำเมล็ดผักกาดเขียวปลีเพาะบนกระดาษที่ชุ่มสารละลาย KNO_3 ความเข้มข้น 0.2% แบบ Top of Paper (TP) จำนวน 5 ซ้ำๆ ละ 100 เมล็ด นำไปไว้ในตู้เพาะที่อุณหภูมิสลับ 20-30 องศาเซลเซียส บันทึกผลโดยนับจำนวนต้นกล้าปกติ ในวันที่ 5 และวันที่ 7 สำหรับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ทดสอบด้วยวิธี วัดดัชนีความงอก (germination index : GI) การวัดความยาวของยอดอ่อนและรากอ่อน (shoot and root length) และการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดด้วยวิธี accelerate aging test (AA-Test) (อรรัตน์, 2534) โดยนำเมล็ดมาบ่มในโถแก้วที่อุณหภูมิ 42 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 98±2 เป็นเวลา 48 ชั่วโมง จากนั้นทำการเพาะเมล็ดเช่นเดียวกับการทดสอบความงอกมาตรฐาน

ผลและวิจารณ์ผล

เมล็ดผักกาดเขียวปลีที่ฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 0, 50, 100, 150, 200 และ 250 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) สำหรับการทดสอบความแข็งแรงด้วยวิธีการวัดความยาวของยอดอ่อนและรากอ่อน พบว่า เมล็ดผักกาดเขียวปลีที่ฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 200 เกรย์ ทำให้เมล็ดผักกาดเขียวปลีมีความยาวของยอดอ่อนสูงที่สุด คือ 1.86 เซนติเมตร รองลงมาคือ ผักกาดเขียวปลีที่ฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 0 และ 150 เกรย์ มีค่าเท่ากับ 1.75 และ 1.43 เซนติเมตร ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Toker และคณะ (2005) พบว่า เมล็ดพันธุ์ chickpea ที่ฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 200 เกรย์ มีความยาวของยอดอ่อนสูงที่สุด ซึ่งความยาวของยอดอ่อนที่แตกต่างกันนี้น่าจะเป็นผลจากการได้รับรังสีของเมล็ดในปริมาณที่แตกต่างกัน (Toker และ Cagirgan, 2004) และพบว่าการทดสอบความแข็งแรงของเมล็ดด้วยวิธีเร่งอายุของเมล็ดผักกาดเขียวปลีที่ฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 100, 200 และ 250 เกรย์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างกันทางสถิติ แต่พบว่าเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าเมล็ดผักกาดเขียวปลีในชุดควบคุมและที่ฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 150 เกรย์ ส่วนดัชนีการงอกของเมล็ดภายหลังการเร่งอายุ พบว่า การฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 100 เกรย์ ทำให้ดัชนีการงอกดีที่สุด คือ 14.87 รองลงมาคือ การฉายรังสีในปริมาณ 0, 50, 200, 250 และ 150 เกรย์ ตามลำดับ แต่การฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 100 เกรย์ มีผลทำให้เมล็ดผักกาดเขียวปลีมีอัตราการเจริญเติบโตของรากอ่อนและยอดอ่อนต่ำที่สุด คือ 1.28 และ 0.54 ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากเมล็ดมีการตอบสนองต่อปริมาณรังสีแตกต่างกัน ซึ่งสอดคล้องกับผลการทดลองของ Chaudhuri และคณะ (2002) รายงานว่า เมล็ด lentil ที่ได้รับรังสีแกมมาในปริมาณ 0.1 กิโลเกรย์ มีเปอร์เซ็นต์ความงอกไม่แตกต่างจากชุดควบคุม แต่มีความยาวของรากอ่อนและยอดอ่อนลดลงอย่างเห็นได้ชัดเมื่อเมล็ด lentil ได้รับรังสีในปริมาณที่สูงขึ้น เนื่องจากเมล็ด lentil หลังจากได้รับการฉายรังสี เมทาบอลิซึมต่างๆ ภายในเซลล์เกิดความผิดปกติ และเกิดอนุมูลอิสระขึ้นภายในเซลล์ของเมล็ด ซึ่งความผิดปกติและอนุมูลอิสระที่เกิดขึ้นนี้อาจมีผลในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเมล็ด ทำให้เมล็ดไม่สามารถงอกได้ และการที่เซลล์พืชได้รับรังสีแกมมาในปริมาณต่างๆ กัน โมเลกุลต่างๆ ภายในเซลล์ดูดซับพลังงานจากรังสีไปใช้ โมเลกุลที่ได้รับพลังงานมากๆ แตกตัวเป็นไอออนและอนุมูลอิสระต่างๆ มีการจัดเรียงตัวของโมเลกุลใหม่ และโมเลกุลมีคุณสมบัติทางเคมีแตกต่างไปจากเดิม ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างและหน้าที่ของชีวโมเลกุล ซึ่งมีผลทำให้เกิดการกลายพันธุ์และการเปลี่ยนแปลงในเซลล์ของพืช (ศิริรัตน์, 2546) นอกจากนี้การฉายรังสียังก่อให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในโครงสร้างของยีน โครงสร้างและจำนวนของโครโมโซม ซึ่งการเปลี่ยนแปลงดังกล่าวนี้ทำให้พฤติกรรมทางพันธุกรรมของพืชเปลี่ยนแปลงและส่งผลต่อลักษณะ phenotype ที่แตกต่างกัน (บุญหงษ์, 2548)

จากผลการทดลองพบว่าการฉายรังสีในปริมาณ 100 เกรย์ ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดที่เร่งอายุลดลงน้อยที่สุด แต่การฉายรังสีในปริมาณ 150 และ 250 เกรย์ ทำให้ความยาวของยอดอ่อน เปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีความงอกของเมล็ดต่ำที่สุดทั้งก่อนการเร่งอายุและภายหลังการเร่งอายุ ดังนั้นการฉายรังสีในปริมาณสูงกว่า 100 เกรย์ (Table 1) มีผลต่อการกระตุ้นให้เมล็ดผักกาดเขียวปลีเกิดการเปลี่ยนแปลงทางพันธุกรรมหรือทำให้เมล็ดเสื่อมสภาพมากกว่า โดยเฉพาะการเกิดความเสียหายของเยื่อหุ้มเซลล์ ดังนั้นเมื่อนำเมล็ดมาเร่งอายุจึงทำให้เมล็ดมีความงอกและความแข็งแรงลดลงมากกว่าการฉายรังสีในปริมาณต่ำกว่า จึงเป็นเหตุให้เมล็ดมีการแสดงออกทางสรีระที่แตกต่างกัน (บุญหงษ์, 2548) ทั้งนี้เนื่องจากการเกิดอนุมูลอิสระซึ่งชักนำให้เมล็ดเกิดกระบวนการ lipid peroxidation ได้อย่างรวดเร็ว (Chaudhuri, 2002) จึงทำให้เปอร์เซ็นต์ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดที่วัดด้วยวิธีการต่างๆ ลดลงแตกต่างจากชุดควบคุม อย่างไรก็ตามเพื่อยืนยันผลการทดลอง ผลของการฉายรังสีต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับเมล็ดผักกาดเขียวปลี คณะผู้วิจัยกำลังดำเนินการศึกษาเพิ่มเติมถึงการเปลี่ยนแปลงทั้งทางชีวเคมี โครโมโซม และลักษณะ phenotype ในแปลงปลูก

Table 1 Germination percentage, abnormal seedling, germination index, shoot and root length, germination percentage and germination index after accelerate aging of the irradiated Chinese mustard seed.

gamma irradiation dose Gy	germination (%)	abnormal seedling (%)	GI	shoot length (cm)	root length (cm)	after accelerate test germination (%)	after accelerate test GI
0	86.60	1.80	16.31	1.75[ab]	0.87	83.00[ab]	13.86[ab]
50	88.00	1.00	16.26	1.30[b]	0.66	82.60[ab]	13.28[abc]
100	89.60	0.80	16.52	1.28[b]	0.54	88.40[a]	14.87[a]
150	85.80	2.00	16.10	1.43[ab]	0.61	77.00[b]	11.89[c]
200	87.00	2.00	16.17	1.86[a]	0.73	83.60[a]	13.12[abc]
250	89.20	0.80	16.31	1.27[b]	0.59	84.20[a]	12.54[bc]
F-test	ns	ns	ns	*	ns	*	*
C.V. (%)	3.82	87.97	4.35	22.75	36.41	5.39	9.73

ns = ค่าเฉลี่ยไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ
* = ค่าเฉลี่ยมีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์

สรุปผล

การฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 100 เกรย์ ทำให้ความงอกและความแข็งแรงของเมล็ดลดลงน้อยที่สุด แต่การฉายรังสีแกมมาในปริมาณ 150 และ 250 เกรย์ ทำให้ความยาวของยอดอ่อน เปอร์เซ็นต์ความงอกและดัชนีความงอกของเมล็ดต่ำที่สุด ทั้งก่อนการเร่งอายุและภายหลังการเร่งอายุ เมื่อเปรียบเทียบกับการฉายรังสีในปริมาณอื่นๆ ดังนั้นการฉายรังสีตั้งแต่ 100-250 เกรย์ น่าจะมีผลต่อการกระตุ้นให้เมล็ดเกิดความแปรปรวนทางพันธุกรรมได้แตกต่างกัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ กระทรวงวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ที่ให้ความอนุเคราะห์ในการใช้เครื่องฉายรังสีแกมมา สำหรับทำงานวิจัย และขอขอบคุณสายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่เอื้อเฟื้อสถานที่ในการทำงานวิจัยครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

บุญหงษ์ จงคิด, 2548, หลักและเทคนิคการปรับปรุงพันธุ์พืช, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 186 หน้า.

ศิริรัตน์ วชิรจิรากร, 2546, ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อเมล็ดพันธุ์ทานตะวัน, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 72 หน้า.

สุนทร เรืองเกษม, 2540, ผักกินใบ, ม.ป.พ, กรุงเทพฯ, 88 หน้า.

อรรัตน์ มงคลพร, 2534, ผลของอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ผักกาดเขียวปลี, ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน นครปฐม, 38 หน้า.

Chaudhuri, S. K., 2002, A simple and reliable method to detect gamma irradiated lentil (*Lens culinaris* Medik.) seeds by germination efficiency and seedling growth test, Radiation Physics and Chemistry. 64: 131-136.

ISTA., 1993, International Rules for Seed Testing Rules, Seed Science and Technology, 21, Supplement.

Toker, C. and Cagirgan, M. I., 2004, Spectrum and frequency of induced mutations in Chickpea, Int. Chickpea

Pigeonpea Newsletter, 11: 8-10.

Toker, C., Uzun, B., Canci, H. and Ceylan, F. O., 2005, Effect of gamma irradiation on the shoot length of Cicer seeds. Radiation Physics and Chemistry, 73: 365-367.

Wood, D.R., 1983, Crop Breeding, The American Society of Agronomy, Inc., and the Crop Science Society of America, Inc., Wisconsin, USA, 294.

ประสิทธิภาพของสารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานต่อการควบคุมหนอนกระทู้หอม

Effectiveness of Limonoid Extracts from Mandarin Seeds for Controlling Beet Army Worm

ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] ขวัญฤทัย คล้ายมุข[1] และ ภัทรานิษฐ์ ตรีเพ็ชร์[1]
Laohakunjit, N.[1], Kerdchoechuen, O.[1], Klymuk, K.[1] and Tripetch, P.[1]

Abstract

Biological activity tests of limonoid extracted from mandarin seeds infected with and without fungal by acetone against beet army worm were performed. Limonoid extracts in acetone from fungal infected mandarin seeds at 500 ppm showed the highest activity of antioviposition as EC_{50} = 70.79 ppm. Moreover, the limonoid extracts in acetone from infected seeds showed antifeedant activity, percentage of feeding reduction and antifeedant index higher than the acetone extracts from noninfected seeds. The limonoid extract in acetone from fungal infected seeds at the concentration of 500 ppm could kill beet army worm which LD_{50} = 75.86 ppm.

Keyword : limonoid, mandarin seed, beet army worm

บทคัดย่อ

การทดสอบประสิทธิภาพของสารลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนและไม่ปนเปื้อนเชื้อราด้วยตัวทำละลาย คือ อะซิโตน ต่อหนอนกระทู้หอม พบว่าสารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อราในตัวทำละลายอะซีโตน ที่ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม สามารถยับยั้งการฟักไข่ของหนอนกระทู้หอม โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 70.79 พีพีเอ็ม และมีผลยับยั้งการกินอาหารของหนอนกระทู้หอม ทำให้เปอร์เซ็นต์การลดลงของการกินอาหาร (percentage of feeding reduction) และดัชนีการยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant index) ของหนอนกระทู้หอมสูงกว่าสารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ไม่ปนเปื้อนเชื้อราด้วยอะซิโตน นอกจากนี้สารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อราที่สกัดด้วยอะซีโตนที่ความเข้มข้น 500 พีพีเอ็ม สามารถทำให้หนอนตายมากที่สุด ซึ่งมีค่า LD_{50} เท่ากับ 75.86 พีพีเอ็ม

คำสำคัญ : ลิโมนอยด์ เมล็ดส้มเขียวหวาน หนอนกระทู้หอม

คำนำ

เมล็ดของพืชตระกูลส้มประกอบด้วยสารลิโมนอยด์ (limonoids) ได้แก่ ลิโมนิน (limonin) โนมิลิน (nomilin) อิแชจิน (ichagin) และโอบาคิวโนน (obacunone) เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้มีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหาร (antifeedant) ต่อแมลงไม่ต่ำกว่า 200 ชนิด (Donel, 1992) และมีฤทธิ์ยับยั้งการฟักและการวางไข่ของแมลง จากการศึกษาของเรณู (2543) พบว่า การพ่นสารลิโมนอยด์ที่สกัดจากเมล็ดส้มเขียวหวานเข้มข้น 300 ppm ต่อหนอนกระทู้หอม (beet army worm) มีผลทำให้การกินอาหารของหนอนลดลง ซึ่งหนอนกระทู้หอมเป็นแมลงที่สำคัญในพืชผักหลายชนิด และหนอนของแมลงชนิดนี้มีความต้านทานต่อสารเคมีสังเคราะห์ นอกจากนี้สารลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานยังมีประสิทธิภาพในการยับยั้งการฟักไข่ของแมลง เมื่อใช้ที่ความเข้มข้นสูงกว่า 200 ppm Mendel และคณะ (1991) พบว่าโครงสร้างของสาร limonin ที่มีคุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของแมลง คือส่วนของ epoxide group และ furan ring นอกจากนี้ในสภาวะปกติสารลิโมนอยด์ในรูปของ limonoate A-ring lactone มีโครงสร้าง วงแหวน A-ring ปิด และ D-ring เปิดซึ่งเป็นสารที่ไม่ให้รสขมและไม่มีฤทธิ์ยับยั้งการกินอาหารของแมลง แต่เมื่อเกิดการฉีกขาดของเซลล์หรือในสภาวะกรด limonin เปลี่ยนเป็นสารที่มีรสขม โดย D-ring ปิดและมีคุณสมบัติเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของแมลง (Ahn, 1994) สอดคล้องกับการรายงานของ Ruberto และคณะ (2002) ที่ศึกษาผลของลิโมนอยด์และอนุพันธ์จากพืชตระกูลส้ม สามารถใช้เป็นสารยับยั้งการกินของอาหารของ *Spodoptera frugiperda* ได้

นอกจากนี้ยังพบว่า limonin มีผลยับยั้งการกินอาหารของแมลงได้สูงกว่า (87%) สาร nomilin (59%) โดยมีรายงานยืนยันคุณสมบัติในการเป็นสารยับยั้งการกินอาหารของแมลงนั้นมาจากรสขม (Mendel และคณะ, 1991) และเป็นสารสำคัญ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน ถนนเทียนทะเล กรุงเทพฯ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkuntein Campus, Tein-talay Rd., Bangkok 10150

ในการยับยั้งหรือรบกวนการกินของแมลง นอกจากนี้สารลิโมนอยด์ยังส่งผลต่อระบบปลายประสาทของแมลง ซึ่งแตกต่างจากการใช้สารเคมีกำจัดแมลงที่ส่งผลต่อระบบประสาทส่วนกลาง และความเป็นพิษ (Singh และ Chibber, 1971) แต่สารลิโมนอยด์ที่ถูกย่อยในตัวแมลงแล้วจะไปมีผลต่อกระบวนการทางชีวเคมี สรีร และระบบเซลล์ของแมลง ส่งผลต้านการรับรู้ทางเคมี (chemoreceptor) ของแมลงที่ใช้รับรสและกลิ่นของอาหาร (Bentley และคณะ, 1990) และสารลิโมนอยด์ยังมีผลให้หนอนเกิดการขย้อนและไม่กลืนอาหาร (regergitation) (Nakatani และคณะ, 1988) นอกจาก limonin และ nomilin แล้ว obacunone มีฤทธิ์เป็นสารยับยั้งการกินอาหารของแมลงเช่นกัน Sirit และคณะ (1992) พบว่า obacunone มีฤทธิ์เป็นสารยับยั้งการกินของ *Recticulitermes speratus* มีค่า PC_{95} = 1,133 ppm การศึกษาครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของสารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานต่อการฟักไข่ การกิน และการตายของหนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua* Hubner) เพื่อใช้เป็น biopesticide ในหนอนกระทู้หอมและหนอนชนิดอื่นต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

การสกัดสารลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวาน

เมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนและไม่ปนเปื้อนเชื้อรานำมาบดละเอียดปริมาณ 100 กรัม สกัดน้ำมันออกด้วยเฮกเซน โดยแช่เมล็ดส้มบด ในเฮกเซน 400 มล. ปิดปากภาชนะด้วยกระดาษฟลอยด์ ทิ้งไว้เป็นเวลา 36 ชั่วโมง แยกส่วนกากเมล็ดส้มบดออกจากเฮกเซนด้วยผ้าขาวบาง นำไปสกัดสารลิโมนอยด์ด้วยตัวทำละลายอะซีโตน โดยแช่ในตัวทำละลาย ปริมาตร 400 มล. เป็นเวลา 24 ชั่วโมงระเหยตัวทำละลาย โดยใช้เครื่อง rotary evaporator ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส แล้วนำไปเก็บในขวดแก้วสีชา แช่ตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส

การศึกษาประสิทธิภาพของสารสกัดลิโมนอยด์ต่อหนอนกระทู้หอม

ประสิทธิภาพของสารลิโมนอยด์ต่อการฟักไข่ของหนอนกระทู้หอม

เตรียมสารละลายลิโมนอยด์ที่สกัดจากเมล็ดส้มเขียวหวานปนเปื้อนและไม่ปนเปื้อนเชื้อราที่ความเข้มข้น100 200 300 400 และ 500 พีพีเอ็ม (ppm) ในอะซีโตน เติมสารจับใบประมาณ 1-2 หยด หยดสารละลายลิโมนอยด์ลงบนกลุ่มไข่ของหนอนกระทู้หอมที่ได้จากการเพาะเลี้ยงในห้องปฏิบัติการกองกีฏและสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร ปริมาณ 1.0 มล. โดยที่แต่ละ petri dish ใส่กลุ่มไข่ของหนอนกระทู้หอม 100 ฟอง วางแผนการทดลอง Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 3 ซ้ำ ตรวจนับและบันทึกผลจำนวนหนอนกระทู้หอมที่ฟักออกจากไข่คำนวณหาค่า EC_{50} โดยวิธีการใช้ Probit/log transforms และ Regression

ประสิทธิภาพของสารลิโมนอยด์ต่อการยับยั้งการกินอาหารและการตายของหนอนกระทู้หอม

นำใบคะน้าชั่งน้ำหนักก่อนทดสอบให้หนอนกินอาหาร หยดสารสกัดลิโมนอยด์ความเข้มข้นที่ระดับต่างๆ จำนวน 1.0 มล. ลงบนใบคะน้า ทดสอบการกินอาหารของหนอนกระทู้หอมวัย 3 (อายุ 8-11 วัน) (10 ตัวต่อ 1 petri dish) ให้หนอนอดอาหารเป็นเวลา 12 ชั่วโมงก่อนการทดสอบ บันทึกน้ำหนักของใบคะน้าที่ลดลงหลังจากทดลองผ่านไป 24 ชั่วโมงคำนวณ Percentage of feeding reduction: %FR คำนวณ antifeedant index เปลี่ยน ใบคะน้า ให้หนอนกินทุก 6 ชั่วโมง ตรวจนับและบันทึกผลการตายของหนอนทุก 6 ชั่วโมง จากนั้นนำผลที่ได้มาคำนวณหาค่า LD_{50}

ผลและวิจารณ์ผล

พบว่าสารสกัดจากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนและไม่ปนเปื้อนเชื้อราความเข้มข้น 500 ppm สามารถยับยั้งการฟักไข่ของหนอนกระทู้หอมได้ 100% ภายใน 2 วัน โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 70.79 ppm และสามารถยับยั้งการกินอาหาร ภายใน 1-3 ชั่วโมง เปอร์เซ็นต์การลดลงของการกินอาหาร (%FR) และ antifeedant index สูงสุด เท่ากับ 99.13% และ 98.23% ตามลำดับ ในขณะที่สารสกัดที่ความเข้มข้น 100 และ 200 ppm สามารถยับยั้งการฟักไข่ได้ภายใน 4 วัน ยับยั้งการกินและฆ่าหนอนได้ภายใน 24 ชั่วโมง สำหรับประสิทธิภาพของสารสกัดลิโมนอยด์ต่อการตายของหนอนกระทู้หอมพบว่า สารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อราความเข้มข้น 500 ppm สามารถฆ่าหนอนกระทู้หอมได้สูงสุด โดยมีค่า LD_{50} เท่ากับ 75.86 ppm แสดงว่าสารสกัดลิโมนอยด์ความเข้มข้น 75.86 ppm สามารถฆ่าหนอนได้ร้อยละ 50 นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดลิโมนอยด์จากที่ปนเปื้อนเชื้อราในตัวทำละลายอะซีโตนมีเปอร์เซนต์ยับยั้งการฟักไข่ การลดลงของการกินอาหาร antifeedant index และเปอร์เซนต์การตายของหนอนกระทู้หอม สูงกว่าสารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ไม่

ปนเปื้อนเชื้อรา (Figure 1) เมื่อเมล็ดส้มมีการปนเปื้อนจากเชื้อราอาจจะเกิดการกระตุ้นให้สร้างสารประกอบทางเคมีบางชนิดเพื่อระงับหรือต้านทานการเจริญของเชื้อรา ซึ่งความต้านทานหรือการลดการเจริญของเชื้อรามีความสัมพันธ์กับการเพิ่มของปริมาณสารลิโมนอยด์ ส่งผลให้สาร limonin และ nomilin เพิ่มขึ้น ซึ่งสารลิโมนอยด์นี้นอกจากใช้ในการควบคุมแมลงศัตรูพืชแล้ว (Ruberto และคณะ, 2002) ยังสามารถนำไปใช้ในการเป็นสารยับยั้งเชื้อรา (antifungal) แบคทีเรีย (antibacterial) และไวรัส (antiviral) ได้ด้วย

สรุปผล

สารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อราในตัวทำละลายอะซีโตน ที่ความเข้มข้น 500 ppm สามารถยับยั้งการฟักไข่ของหนอนกระทู้หอม โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 70.79 pm เปอร์เซ็นต์การลดลงของการกินอาหาร และ antifeedant ndex เท่ากับ 99.13 และ 98.23% ตามลำดับ แสดงให้เห็นว่าสารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวานที่ปนเปื้อนเชื้อรามีประสิทธิภาพต่อการป้องกันการเข้าทำลายของหนอนกระทู้หอมได้ดียิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

เรณู รวยรื่น, 2543, การใช้สารสกัดลิโมนอยด์จากเมล็ดส้มเขียวหวาน (*Citrus reticulata* Blanco)ในการป้องกันกำจัดหนอนกระทู้หอม (*Spodoptera exigua* Hubner),วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี, 81 หน้า.

Ahn, J. W., 1994, Cytotoxic limonoids from *Melia azadirach* var *japonica*, Phytochemistry, 40: 1493-1496.

Bentley, M. D., Rajab, M. S., and Mendel, M. J., 1990, Limonoid model insect antifeedant, Journal of Agricultural Food Chemistry, 38: 1400-1403.

Donel, D., 1992, Review article number 65 biological activity of limonoid from Rutales, Phytochemistry, 39 (1-2): 377-394.

Mendel, M. J., Alford, A. R., Rajab, M. S. and Bentley, M. D., 1991, Antifeedant effects of citrus limonoids differing in A-ring structure on Colorado potato beetle (*Coleoptera chrysomelidae*) larvae, Journal of Economic Entomology, 84: 1158-1162.

Nakatani, M., Takao, H., Iwashiata, T., Naoki, H. and Hase, T., 1988, Glaucin B, a new better limonoid from Evodia glauca, Phytochemistry, 27: 1429-1432.

Ruberto, G., Renda, A. Tringali, C., Napoli, E. M. and Simmonds, M. S. J., 2002, Citrus limonoids and their semisynthetic derivatives as antifeedant agents against *Spodoptera frugiperda* larvae. A structure – activity relationship study, Journal of Agricultural Food Chemistry, 50: 6766-6774.

Serit, M., Ishida, M., Hagiwara, N., Kim, M., Yamamoto, T. and Takahash, S., 1992, Meliaceae and Rutaceae limonoids as termite antifeedant evaluated using Reticuliaculitermes speratus Kolbe, Journal of Chemical Ecology, 8: 593-603.

Singh, J. P. and Chibber R. C., 1971, Outbreak and new records beet army worm on soybean, FAO Plant Protection Bulletin, 5: 116.

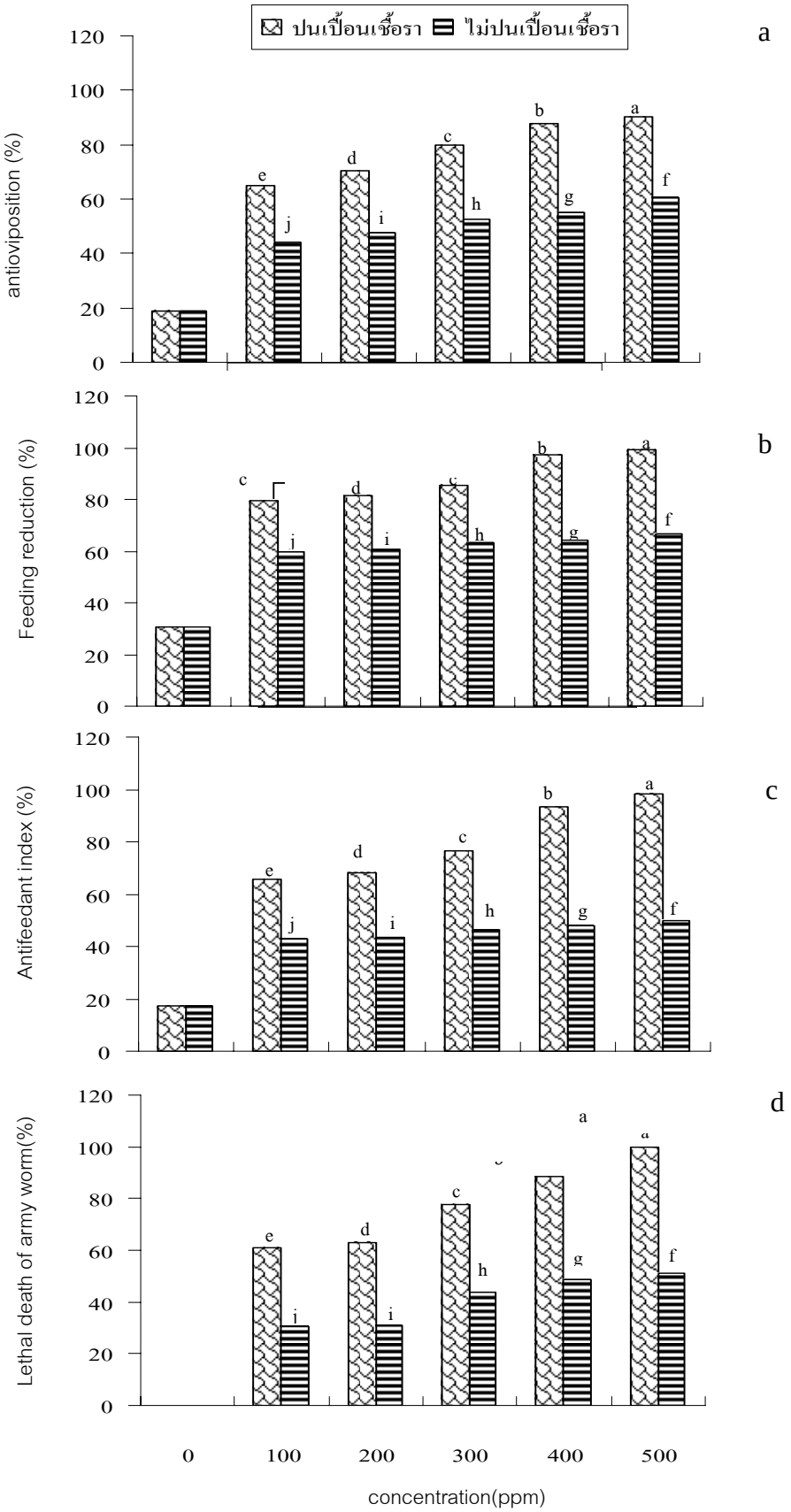


Figure 1 Effect of limonoid extracted from mandarin seeds contaminated with fungi on (a) antioviposition, (b) feeding reduction, (c) antifeedant index and (d) fetal death of beet army worm.

กิจกรรมการต้านเชื้อราสาเหตุโรคพืชของเครื่องเทศบางชนิด

In vitro Antifungal Activity of some Well-Known Spices against Plant Pathogenic Fungi

เนตรนภิส เขียวขำ[1], สมศิริ แสงโชติ[1] และ Harald Greger[2]

Khewkhom, N.[1], Shangchote, S.[1]and Greger, H.[2]

Abstract

The bioautography of lipophilic extracts of some well-known spices showed clear inhibition zones indicating the presence of antifungal compounds. The extracts of *Alpinia galanga* (rhizome), *Syzygium aromaticum* (flower), *Pimenta dioica* (flower), and *Cinnamomum zeylanicum* (stem bark) showed the highest activities of inhibit spore germination with EC_{50} values between 30-112 µg/mL against *B. cinerea*. The rhizome of *Alpinia galanga* with a Minimum Inhibitory Concentration (MIC) at 156.3 µg/mL was highly active, whereas *Syzygium aromaticum*, *Pimenta dioica,* and *Cinnamomum zeylanicum* had MIC values at 312.5, 625, and 312.5 µg/mL, respectively. In the case of *Pestalotiopsis* sp., the extracts of *Pimenta dioica, Cinnamomum zeylanicum, Zingiber officinale,* and *Syzygium aromaticum* exhibited EC_{50} values at 64-200 µg/mL, and showed even less activity against *C. gloeosporioides* with an EC_{50} at 401-894 µg/mL. Similar results were obtained from the MIC values at 625 µg/mL for *Cinnamomum zeylanicum, Pimenta dioica,* and *Syzygium aromaticum* against *Pestalotiopsis* sp. and 1250 µg/mL against *C. gloeosporioides*.

Keywords : bioactive, extract, spice

บทคัดย่อ

สารสกัดหยาบในส่วนที่เป็น lipophilic ของเครื่องเทศบางชนิดด้วยการทดสอบโดยวิธี bioautography พบว่ามีสารที่มีคุณสมบัติในการยับยั้งการเจริญของเชื้อรา โดยสารสกัดจาก *Alpinia galangal* (ราก) *Syzygium aromaticum* (ดอก) *Pimenta dioica* (ดอก) และ *Cinnamomum zeylanicum* (เปลือกลำต้น) มีความสามารถสูงในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Botrytis cinerea* โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 30-112 µg/mL ส่วนเหง้าของ *Alpinia galanga* มีประสิทธิภาพสูงสุด มีค่าความเข้มข้นต่ำสุดที่ยับยั้งการเจริญ (MIC) เท่ากับ 156.3 µg/mL ส่วน *Syzygium aromaticum Pimenta dioica* และ *Cinnamomum zeylanicum* มีค่า MIC เท่ากับ 312.5, 625 และ 312.5 µg/mL ตามลำดับ ส่วนสารสกัดจาก *Pimenta dioica Cinnamomum zeylanicum Zingiber officinale* และ *Syzygium aromaticum* มีความสามารถในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Pestalotiopsis* sp. โดยมีค่า EC_{50} เท่ากับ 64-200 µg/mL และพบความสามารถการยับยั้งที่ต่ำกว่าเมื่อทดสอบกับเชื้อรา *C. gloeosporioides* โดยมีค่าEC_{50} เท่ากับ 401-894 µg/mL ส่วนค่า MIC ของสารสกัดจาก *Cinnamomum zeylanicum Pimenta dioica* และ *Syzygium aromaticum* ให้ผลที่สอดคล้องกันโดยมีค่าเท่ากับ 625 µg/mL ต่อเชื้อรา *Pestalotiopsis* sp. และ 1250 µg/mL ต่อเชื้อรา *C. gloeosporioides*

คำสำคัญ : สารออกฤทธิ์ชีวภาพ, สารสกัด, เครื่องเทศ

Introduction

Agricultural research into plant-derived natural products has declined during recent decades, but this trend is now being reversed as it becomes evident that natural plant products still have enormous

[1]ภาควิชาโรคพืช มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ กรุงเทพฯ 10900 ประเทศไทย

[1]Department of Plant Pathology, Kasetsart University, Bangkok 10900, Thailand

[2] Section of Comparative and Ecological Phytochemistry, University of Vienna, Rennweg 14, A-1030 Vienna, Austria

potential to inspire and influence modern pesticide research. Many plant-derived natural products are fungistatic rather than fungicidal. The search for simple bioactive compounds of plant origin against plant pathogenic fungi is of interest for ecologically safe products. The Zingiberaceae Lauraceae and Myrtaceae are among the plant families which are widely distributed throughout the tropics particularly in Southeast Asia. It is known that several species displayed antioxidant and antimicrobial activities.

Materials and Methods

Extraction : Dried plants were ground and extracted with MeOH at room temperature for 3 days, filtered, and concentrated. The aqueous residue was extracted with $CHCl_3$.

Bioautography : This technique was used to detect active compounds of the crude extracts. They were dissolved and spotted on two TLC plates (Merck 60 F 254, 0.25 mm) using a disposable glass micropipette for each sample. The developed plates were dried and observed under a CAMAG UV-Lamp at wavelengths of 254 and 366 nm. One plate was sprayed with a MeOH–HOAc–H_2SO_4–anisaldehyde reagent (85:10:8:0.5) and activated at 100-110 ^{0}C for 10 min to visualize UV-invisible compounds in the extracts. The other plate was used for the bioautography assay system in order to detect antifungal activity directly on the developed TLC plate. In this case the silica gel plates were sprayed with *Cladosporium herbarum* spore suspensions adjusted to a final concentration of 10^5 conidia/mL in 1.7% malt extract broth. Inoculated plates were then placed in a humiditied chamber to monitor the activity of single compounds after 3 days at 25 ^{o}C in darkness. Clear zones of fungal growth inhibition indicated the presence of antifungal constituents.

Microdilution assay : A standardized 96-well microtiter plate assay developed for the discovery of natural products of fungicidal activity (Hadacek and Greger, 2000) was used to evaluate naturally occurring antifungal agents against *B. cinerea, Pestalotiopsis* sp. and *Colletotrichum gloeosporioides*. Each fungus was challenged in a dose-response format using test compounds with the final treatment concentrations of 1- 2500 µg/mL for crude extracts. Each dose dilution was repeated 4 times for evaluation. Microtiter plates (Greiner) were incubated at room temperature. The fungal growth was then evaluated by measuring the absorbance of each well at 620 nm using an ELISA optical density reading (SLT Labinstrument: SLT 400 ATC). The mean of the absorbance values and standard errors were used to evaluate the fungal growth at 48 h. Means for percent inhibition of each fungus at each dose relative to the untreated positive growth controls were used to evaluate fungal growth inhibition.

Data analysis : Minimum inhibitory concentrations (MIC) were determined as the lowest compound concentration completely inhibiting spore germination (NCCLS method M27-A,1997). EC_{50} and EC_{90} values were calculated by probit-log analysis (SPSS statistical analysis software) as described for quantitative assays (Hadacek and Greger, 2000; Engelmeier et al., 2000).

Result and Discussion

The bioautography of lipophilic extracts of some well-known spices showed clear inhibition zones indicating the presence of antifungal compounds (Figure 1). As shown in Table 1 the extracts of *Alpinia galanga* (rhizome), *Syzygium aromaticum* (flower), *Pimenta dioica* (flower), and *Cinnamomum zeylanicum* (stem bark) displayed highest activities with EC_{50} values between 30-112 µg/mL and EC_{90} values between 113-1758 µg/mL against *B. cinerea*. Especially the rhizome of *A. galanga* with a MIC at 156.3 µg/mL was highly active, whereas the flowers of *S. aromaticum*, *P. dioica,* and the stem bark of *C.*

zeylanicum only displayed MIC values at 312.5, 625, and 312.5 µg/mL, respectively. Fruits of *Elettaria cardamomum* and rhizome fractions of *Zingiber officinale* showed only very weak activities with MIC values at 2500 and 1250 µg/mL against *B. cinerea*, respectively. In the case of *Pestalotiopsis* sp., the extracts of *P. dioica, C. zeylanicum, Z. officinale,* and *S. aromaticum* exhibited EC_{50} values at 64-200 µg/mL, and showed even less activity against *C. gloeosporioides* with an EC_{50} at 401-894 µg/mL. Similar results were obtained from the MIC values with 625 µg/mL for *C. zeylanicum, P. dioica,* and *S. aromaticum* against *Pestalotiopsis* sp. and 1250 µg/mL against *C. gloeosporioides* (Table 1). The strong antifungal property of the essential oil of the leaves of *P. dioica*, leaf and bark of cinnamon *(C. zeylanicum)*, and clove *(S. aromaticum)* against *Aspergillus* spp., *A. niger*, *Eurotium* spp., and *Penicillium* spp. were already reported (Rao *et al*., 2001, Chericoni *et al*., 2005, Guynot *et al*., 2005 and Simic *et al*., 2004). In liquid bioassays, oils were tested against anthracnose and crown rot pathogens *(L. theobromae, C. musae* and *Fusarium proliferatum*). The observations indicated that these essential oils can be exploited as antifungal agents in the management of plant infectious diseases and post-harvest spoilage of crops (Farrukh *et al*., 2001). Most important compounds identified from lesser galangal are flavonoids and diarylheptanoids. The various gingerols and diarylheptanoids, naturally occurring in lesser galangal, have been shown as potent inhibitor of prostaglandin synthase enzymatic activity (Kiuchi *et al.,* 1992). The major compound of the extract was the phenylpropane derivative 1′-acetoxychavicol acetate, which was identified by GC-MS and NMR (Oonmetta-aree *et al.,* 2005). Marongiu *et al*., (2004) reported on the essential oil from the seeds of *E. cardamomum* Maton. It was rich in monoterpenes such as cineole, limonene, and terpinyl acetate and was studied for antifungal efficacy using *A. niger, A. fumigatus, Curvularia lunata, Fusarium psidi,* and *Rhizopus oryzae*, in the paper disk agar diffusion technique. Antifungal activities of leaf and rhizome oils of *Curcuma longa* (turmeric) were tested against pathogens of rice viz. *Rhizoctonia solani, Trichochonis padwickii, Helminthosporium oryzae, F. moniliforme*, and *C. lunata* (Behura *et al*., 2000).

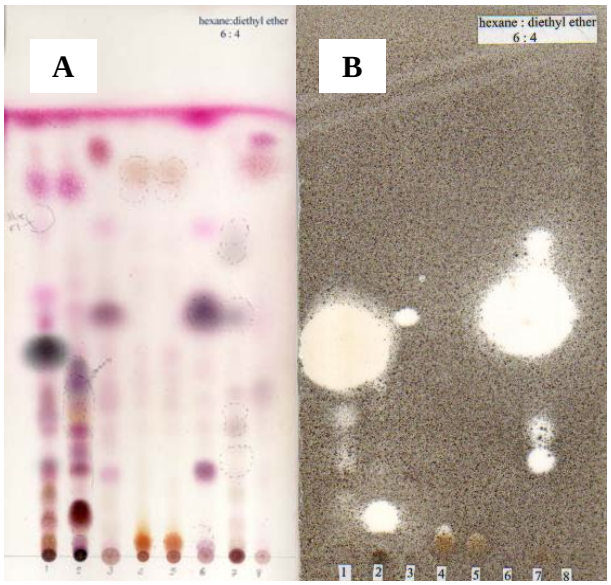


Figure 1

A: TLC from crude extracts of different spices sprayed with anisaldehyde reagent.

B: Corresponding antifungal activity observed by direct spraying of a conidia suspension of *Cladosporium herbarum*. Solvent system: hexane–Et_2O (3:2).

(1) *Alpinia galanga* rhizome
(2) *Zingiber officinale* rhizome
(3) *Pimenta dioica* flower
(4) *Curcuma longa* capsule
(5) *Curcuma longa* powder
(6) *Syzygium aromaticum* flower
(7) *Cinnamomum zeylanicum* stem bark
(8) *Elettaria cardamomum* fruit

Table 1 EC_{50} and EC_{90} and MIC values (μg/mL) of plant extracts of spices against *B. cinerea*, *Pestalotiopsis* sp., and *C. gloeosporioides* determined by microdilution bioassay.

Pathogenic Fungi	Spices	EC_{50} (95%FL)		EC_{90} (95%FL)		MIC
B. cinerea	*Alpinia galanga*	30	(22-42)	113	(75-220)	156.3
	Cinnamomum zeylanicum	112	(78-164)	291	(192-687)	312.5
	Curcuma longa	526	>2500	>2500		>2500
	Elettaria cardamomum	1546	(985->2500)	>2500		2500
	Pimenta dioica	90	(44-161)	464	(240-2140)	625
	Syzygium aromaticum	50	(36-71)	256	(165-498)	312.5
	Zingiber officinale	264	(133-586)	1758	(739->2500)	1250
Pestalotiopsis sp.	*Alpinia galanga*	1479	(967->2500)	>2500		2500
	Cinnamomum zeylanicum	162	(91-303)	536	(291-2454)	625
	Curcuma longa	>2500		>2500		>2500
	Elettaria cardamomum	491	(366-671)	1683	(1130->2500)	>2500
	Pimenta dioica	64	(45-96)	283	(175-576)	625
	Syzygium aromaticum	200	(184-218)	352	(314-409)	625
	Zingiber officinale	167	(25-742)	827	(272->2500)	>2500
C. gloeosporioides	*Alpinia galanga*	230	(211-250)	408	(364-474)	>2500
	Cinnamomum iners	1052	(421->2500)	>2500		>2500
	Cinnamomum zeylanicum	894	(320-1253)	1011	(592-1793)	1250
	Elettaria cardamomum	1660	(1558-1787)	2118	(1946-2381)	2500
	Pimenta dioica	401	(292-541)	940	(667-1900)	1250
	Syzygium aromaticum	590	(393-943)	1054	(731->2500)	1250
	Zingiber officinale	590	(112->2500)	>2500		1250

EC_{50} and EC_{90} were determined by probit-log analysis, FL: fiducial limits.

MIC (Minimum inhibitory concentration) is defined the lowest concentration of the dilution series, which completely inhibited spore germination. High activities are indicated by bold letters.

Summary

Plant extracts of some spices have the potential to be used in future as a non-toxic, protective agent against phytopathogenic fungi instead of risky, toxic commercial available fungicides. Further studies are needed to prove and to study these phenomenons in more detail.

Acknowledgements

We are greatly indebted to Dr. Thomas Pacher, Dr. Doris Engelmeier for technical support. We are also grateful to The Ministry of University Affairs and Asian development Bank (ADB) and Postgraduate Education and Research Development Project in Postharvest Technology, Kasetsart University of Thailand for their financial support.

Literature cited

Behura, C., Ray, P., Rath, C. C., Mishra, R. K., Ramachandraiah, O. S. and Charyulu, J. K., 2000, Antifungal activity of essential oils of *Curcuma longa* against five rice pathogens in vitro, Journal of Essential Oil-Bearing Plants, 3, 79-84.

Chericoni, S., Prieto, J. M., Iacopini, P., Cioni, P. and Morelli, I., 2005, In vitro activity of the essential oil of *Cinnamomum zeylanicum* and eugenol in perxynitrite-induced oxidative processes, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53: 4762-4765.

Engelmeier, D., Hadacek, F., Pacher, T., Vajrodaya, S. and Greger, H., 2000, Cyclopenta[b]benzofurans from *Aglaia* species with pronounced antifungal activity against rice blast fungus (*Pyricularia grisea*), Journal of Agricultural and Food Chemistry, 48:1400-1404.

Farrukh, A., Arina, Z.B. and Iqbal, A., 2001, *In vitro* toxicity of plant essential oils against soil fungi, Journal of Medicinal and Aromatic Plant Sciences, 22: 177-181.

Guynot, M. E., Marín, S., Setó, L., Sanchis, V. and Ramos, A. J., 2005, Screening for antifungal activity of some essential oils against common spoilage fungi of bakery products, International journal of food science and technology, 11, 25–28.

Hadacek, F. and Greger, H., 2000. Testing of antifungal natural products, methodologies, comparability of results and assay choice. Phytochemical Analysis 11, 137-147.

Kiuchi, F., Iwakami, S., Shibuya, M., Hanaoka, F. and Sankawa, U., 1992, Inhibition of prostaglandin and leukotriene biosynthesis by gingerols and diarylheptanoids, Biological & Pharmaceutical Bulletin, 40, 387–391.

Marongiu, B., Piras, A., and Porcedda, S., 2004, Comparative Analysis of the Oil and Supercritical CO_2 Extract of *Elettaria cardamomum* (L.) Maton, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 52: 6278-6282.

Oonmetta-aree, J., Suzuki, T., Gasaluck, P. and Eumkeb, G., 2005, Antimicrobial properties and action of galangal (*Alpinia galanga* Linn.) on *Staphylococcus aureus*. LWT - Food Science and Technology, In Press, Corrected Proof, Available online, August 10, 2005.

Rao, S. K., Iyengar, M. A. and Girija, R., 2001, Anti-microbial activity of the essential oil of the leaves of *Pimenta dioica* L. (family, Myrtaceae), Indian Drugs 38: 458-461.

Simic, A., Sokovic, M. D., Ristic, M., Grujic-Jovanovic, S., Vukojevic, J. and Marin, P. D., 2004, The chemical composition of some Lauraceae essential oils and their antifungal activities, Phytotherapy Research, 18: 713-717.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 75-78 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 75-78 (2550)

ความเป็นพิษของสารสกัดหางไหลแดง *Derris elliptica* Benth ต่อไรศัตรูพืช *Tetranychus truncatus* Ehara

Toxicity of *Derris elliptica* Benth Extracts on *Tetranychus truncatus* Ehara

ปทุมวดี วงศ์ทอง [1] และ สุภาณี พิมพ์สมาน [1]
Wongthong, P.[1] and Pimsamarn, S. [1]

Abstract

The spider mite (*Tetranychus truncatus* Ehara) is one of the most important pest of various economic crops. Chemical acaricides are generally used to solve the problem but has serious drawbacks, health hazards and affect nontarget organism and environment. Plant extracts are considered to be used as supplements to, or replacement for, conventional acaricides. In this study, toxicities of *Derris elliptica* Benth extracts and rotenone were determined as contact and ovicidal actions. The median lethal concentration (LC_{50}) for contact toxicity of simple extract, formulated extract and rotenone were 3.69, 4.34 and 7.30%, respectively. Targeting the egg stage, all treatments were significantly affected the egg hatchability.

Keywords : *Tetranychus truncatus*, *Derris elliptica*, rotenone

บทคัดย่อ

ไรแดง *Tetranychus truncatus* Ehara เป็นศัตรูพืชที่สำคัญของพืชเศรษฐกิจหลายชนิด ทำให้มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัด เป็นจำนวนมาก ซึ่งก่อให้เกิดผลเสียตามมาทั้งทางด้านสุขภาพ และต่อสิ่งแวดล้อม จึงได้นำสารสกัดจากพืชมาทดสอบเพื่อใช้หรือทดแทนสารเคมีป้องกันกำจัด ในการศึกษาครั้งนี้เพื่อศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหางไหลแดง *Derris elliptica* Benth และ rotenone ในลักษณะพิษสัมผัสตาย พบว่าสารสกัดอย่างง่าย สารสกัดผสมสำเร็จรูป และ สาร rotenone มีพิษสัมผัสตาย โดยมีค่า median lethal concentration (LC_{50}) เท่ากับ 3.69, 4.34 และ 7.30% ตามลำดับ ที่เวลา 48 ชั่วโมงหลังจากได้รับสาร นอกจากนี้ยังพบว่าสารสกัดหางไหลแดงมีผลต่อการฟักของไข่

คำสำคัญ : ไรศัตรูพืช หางไหล rotenone

คำนำ

ไรนับเป็นศัตรูพืชที่สำคัญต่อการเกษตรกรรมในหลายประเทศรวมทั้งประเทศไทย มีบทบาทตั้งแต่การปลูก การติดดอกออกผล จนถึงการเก็บรักษา (อังศุมาลย์, 2549) ประเทศไทยมีการส่งออกสินค้าเกษตรหลายชนิดเป็นจำนวนมากต้องประสบปัญหาการตรวจพบศัตรูพืชติดไปกับผลผลิตที่ส่งออก อาทิเช่น โรค แมลงโดยเฉพาะอย่างยิ่งไรศัตรูพืช ซึ่งเข้าทำลายผลิตผลทำให้เกิดความเสียหายโดยการดูดกินน้ำเลี้ยงจากพืช เนื่องจากไรมีขนาดลำตัวเล็กสังเกตเห็นได้ยากด้วยตาเปล่า จะสังเกตและพบเห็นไรศัตรูพืชเมื่อมีการระบาดรุนแรงและผลผลิตเสียหายทำให้มีการใช้สารเคมีป้องกันกำจัดไรในปริมาณมาก ทำให้เกิดผลเสียตามมาทั้งทางด้านสุขภาพ ผลกระทบต่อสิ่งแวดล้อมจึงได้มีการนำสารสกัดจากพืชมาใช้หรือทดแทนสารเคมีป้องกับกำจัดไร สารสกัดจากพืชบางชนิดมีองค์ประกอบรวมของสารออกฤทธิ์มากกว่าหนึ่งชนิด โอกาสที่แมลงและไรจะสร้างความต้านทานจึงเกิดได้ยาก (สุภาณี และคณะ, 2540) สารสกัดจากพืชที่น่าสนใจและนำมาทดสอบในการวิจัยครั้งนี้ ได้แก่ หางไหลแดง (*Derris elliptica* Benth) ในรากและลำต้นมีสารกลุ่ม rotenoids ต่างๆ และ rotenone ซึ่งเป็นสารออกฤทธิ์หลัก จากการรายงานของ Perry และคณะ (1998) และ Ahmed และคณะ (1984) พบว่าหางไหลมีสารสำคัญในการออกฤทธิ์ในการฆ่าแมลงคือ rotenone สารชนิดนี้มีพิษต่อแมลงโดยการสัมผัสตายและกินตาย สามารถใช้ในการป้องกันกำจัดตั๊กแตนปาทังก้า หนอนใยผัก หนอนกระทู้ผัก และไรได้ผลดี โดยทั่วไปมีฤทธิ์อยู่ได้นาน 2-7 วัน (Ahmed และคณะ, 1984) Worawong และ Pimsamarn (2005) รายงานว่าสารสกัดหางไหลมีประสิทธิภาพทำลายไข่ไรขาวได้ดี นอกจากนี้ยังใช้ในการป้องกันกำจัดด้วงถั่วเขียว ด้วงงวงข้าวโพด ลูกน้ำยุงลาย (Nichola และคณะ, 1985) และยังมีผลต่ออัตราการตายของไรแดงมะม่วง

[1]สาขาวิชากีฏวิทยา ภาควิชาพืชศาสตร์และทรัพยากรการเกษตร คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[1]Entomology Section, Department of Plant Science and Agricultural Resources, Faculty of Agriculture, Khon Kaen University, 40002

Oligonychus mangiferus (Rahman and Sapra) (ชุติมา, 2545) งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาความเป็นพิษของสารสกัดหางไหลแดงต่อไรศัตรูพืช (*Tetranychus truncatus* Ehara)

อุปกรณ์และวิธีการ

การเตรียมสารสกัด นำส่วนรากหางไหลแดงมาล้างและหั่นเป็นชิ้นบางๆ ผึ่งให้แห้ง บรรจุหางไหลแห้งปริมาตร 300 กรัม ลงในถุงผ้าขนาด 8x20 เซนติเมตร สกัดโดยใช้เครื่อง soxhlet apparatus ด้วยตัวทำละลาย methanol 1,500 มิลลิลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ให้ความร้อนตัวทำละลายจนเดือดกลายเป็นไอพร้อมทั้งเปิดระบบทำความเย็น ไอระเหยควบแน่นและกลั่นตัวลงมากระทบกับตัวอย่างพืช แล้วหยดลงขวดได้สารที่เป็นของเหลว นำของเหลวที่ได้มาลดปริมาตรด้วยเครื่อง rotary evaporator ได้สารสกัดหยาบที่มีลักษณะเหนียวสีน้ำตาลแดง

การทดสอบความเป็นพิษ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD) มี 3 วิธี ได้แก่ สารสกัดหางไหลอย่างง่าย สารสกัดผสมสำเร็จรูป และสารโรติโนน ทำการทดลองกรรมวิธีละ 5 ซ้ำ ทดสอบระยะไข่และตัวเต็มวัยเพศเมียด้วยวิธีการพ่นสารสัมผัสตัวโดยตรง (direct spray) ตัดใบหม่อนให้เป็นชิ้นกลมโดยใช้ cork borer ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 เซนติเมตร นำใบหม่อนวางลงในจานแก้วที่รองด้วยวุ้น (วุ้น1%) การเตรียมไรในการทดสอบระยะไข่ (เขี่ยตัวเต็มวัยเพศเมียปล่อยให้วางไข่ 1 คืน) แล้วนำไข่มาทดสอบ 20 ฟองต่อซ้ำ ส่วนตัวเต็มวัยเขี่ยไรศัตรูพืชตัวเต็มวัยเพศเมียลงใบหม่อน 20 ตัวต่อซ้ำ เตรียมสารสกัดหางไหลอย่างง่ายที่ระดับความเข้มข้น 1, 2, 3, 4 และ 5 % ตามลำดับ เตรียมสารสกัดผสมสำเร็จรูปที่ระดับความเข้มข้น 0.008, 0.04, 0.2 และ 1 % และสารโรติโนน ที่ระดับความเข้มข้น 0.004, 0.02, 0.1 และ 0.5 % ตามลำดับ การพ่นสารแต่ละซ้ำใช้สารสกัดจำนวน 3 มิลลิลิตร โดยใช้เครื่อง Potter's spray tower ที่ความดัน 15 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว ตรวจสอบการตายของไรตัวเต็มวัยที่ 24, 48 และ 72 ชั่วโมง และการฟักของไข่ไรที่ 72, 96 และ 120 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับการพ่นด้วยน้ำเปล่า นำข้อมูลที่ได้มาวิเคราะห์ค่า Median Lethal Concentration (LC_{50}) โดยวิธี Probit analysis โดยใช้โปรแกรม SAS (SAS Institute, 1985)

ผล

ผลการประเมินความเป็นพิษด้วยวิธีการพ่นสารสัมผัสตัวโดยตรงกับไรระยะตัวเต็มวัยและระยะไข่ พบว่าสารสกัดหยาบหางไหลแดง สารสกัดผสมสำเร็จรูป และ rotenone มีพิษสัมผัสตาย โดยอัตราการตายของไรศัตรูพืชตัวเต็มวัยที่ถูกสารทั้ง 3 ชนิด มีอัตราการตายเพิ่มสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้น (dose response relationship) (Figure 1) โดยสารสกัดหางไหลอย่างง่ายมีผลต่ออัตราการตายของไรตัวเต็มวัยมากที่สุด มีค่า LC_{50} ที่ 48 ชม. เท่ากับ LC_{50} = 3.69% รองลงมาคือ สารสกัดผสมสำเร็จรูป LC_{50} = 4.34% และสาร rotenone LC_{50} = 7.30% ตามลำดับ (Table 1) ส่วนการทดสอบกับระยะไข่เมื่อไข่ได้รับสาร 72 ชม. พบว่าสารสกัดผสมสำเร็จรูปมีผลทำให้ไข่ไม่ฟักสูงที่สุด (LC_{50} = 2.34%) รองลงมาคือสารสกัดหางไหลแดงอย่างง่าย (LC_{50} = 4.85 %) และสาร rotenone ไม่มีผลต่อการฟักของไข่ (Table 2)

Table 1 LC_{50} of *Derris elliptica* Benth extracted and rotenone against adult of spider mite, *Tetranychus truncates* Ehara at 48 h.

Treatment	LC_{50} (%)	95 % Fiducial Limit		LC_{95} (%)
		Lower	Upper	
simple extract	3.69	3.44	3.89	9.43
formulated extract	4.34	3.14	10.31	230.68
rotenone	7.30	5.29	15.87	47.02

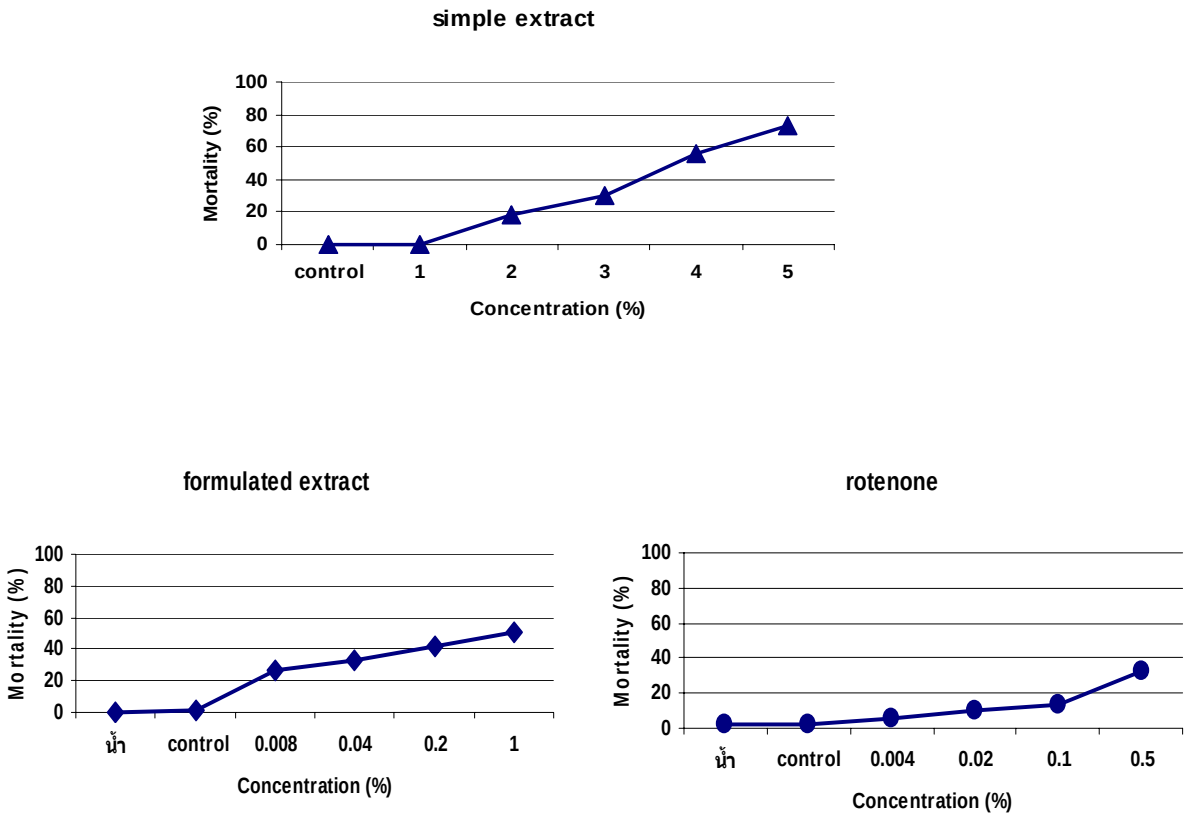


Figure 1 Mortalities of *Tetranychus truncates* Ehara adult after treatment with *Derris elliptica* Benth three extracts.

Table 2 LC_{50} of *Derris elliptica* Benth extracted and rotenone against egg of spider mite, *Tetranychus truncates* Ehara at 72 h.

Treatment	LC_{50} (%)	95 % Fiducial Limit		LC_{95} (%)
		Lower	Upper	
simple extract	4.85	4.52	5.33	10.18
formulated extract	2.34	2.13	2.65	9.93
rotenone	ไม่มีผล	-	-	-

สรุปและวิจารณ์ผล

จากการทดสอบการประเมินความเป็นพิษลักษณะสัมผัสตายกับไรศัตรูพืชระยะตัวเต็มวัยและระยะไข่ด้วยวิธีการพ่นสารโดยตรง พบว่าอัตราการตายของไรเพิ่มสูงขึ้นตามระดับความเข้มข้น โดยสารสกัดหางไหลอย่างง่ายมีผลต่อการตายของไรตัวเต็มวัยสูงที่สุด รองลงมาคือ สารสกัดผสมสำเร็จรูป และ rotenone จากการศึกษาชี้ให้เห็นว่าสารทั้งสามชนิดมีผลต่ออัตราการตายของไรศัตรูพืชแตกต่างกัน โดยสารสกัดหางไหลอย่างง่ายมีประสิทธิภาพดีที่สุด ซึ่งสอดคล้องกับ Ahmed และคณะ (1984) รายงานว่าหางไหลมีพิษต่อแมลงโดยการสัมผัสตาย อย่างไรก็ตามเคมีธรรมชาติจากพืชจะสลายตัวง่ายในสภาพแวดล้อม ส่วนการทดสอบกับระยะไข่ สารสกัดผสมสำเร็จรูปมีผลทำให้ไข่ไม่ฟักสูงที่สุด รองลงมาคือ สารสกัดหางไหลอย่างง่ายและ rotenone ไม่มีผลต่อการฟักของไข่ ซึ่งสอดคล้องกับ Worawong และ Pimsamarn (2005) รายงานว่าสารสกัดหางไหลมีประสิทธิภาพทำลายไข่ไรขาวได้ดี สาร rotenone มีกลไกการออกฤทธิ์ โดยไปหยุดยั้งการสร้างพลังงานใน

mitochondria) โดยจะไปยับยั้งขบวนการส่งถ่ายพลังงาน (electron transport) ทำให้ ADP + O_2 ATP + energy เกิดขึ้นไม่ได้ ทำให้ O_2 มีปริมาณมากแต่ไม่มี ATP ไปใช้ในขบวนการ de-ethyl ทำให้การเคลื่อนไหวช้าเพราะขาดพลังงานและตายในที่สุด สาร rotenone มีความคงทนในสิ่งแวดล้อมต่ำ half life 1-3 วัน สลายตัวได้ดีเมื่อถูกแสงและความร้อน แม้ว่าประสิทธิภาพในการป้องกันกำจัดศัตรูพืชจะให้ผลดีแต่ พบว่าสาร rotenone ในหางไหลและพืชในสกุล *Lonchocarpus*, *Milletia*, *Neorautanenia* และ *Tephrosia* มีพิษสูงต่อปลา โดยมีค่า LD_{50} ที่เวลา 96 ชม. ปลา rainbow trout เท่ากับ 0.031 mg/l, ปลา chanel catfish เท่ากับ 0.0026 mg/l, ปลานิล (*T. nilotica*) เท่ากับ 0.008 mg/l (Leslie และ Donald, 1998, อุดมลักษณ์ และ สมนึก, 2543) และมีพิษเฉียบพลันในหนู (rats) ภายหลังจากการกิน (LD_{50} = 132-1,500 mg/kg) เมื่อร่างกายได้รับสาร rotenone มีผลทำให้เยื่อตาขาวอักเสบ ผิวหนังอักเสบ เป็นผื่น เลือดคลั่งในตา และหากได้รับเป็นระยะเวลานานๆ จะทำให้ป่วยเป็นโรค Parkinson's (Greenamyre และคณะ, 2003)

ดังนั้นสารสกัดหางไหลอาจเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่น่าสนใจที่จะนำมาผลิตเป็นสารป้องกันกำจัดไรหรือนำมาทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ซึ่งมีความเป็นพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นและความคงทนในสภาพแวดล้อมสูง แต่การใช้สารสกัดหางไหลในแหล่งเกษตรกรรมใกล้แหล่งน้ำควรพิจารณาก่อนใช้ และควรคำนึงถึงความเป็นพิษต่อสิ่งมีชีวิตอื่น ๆ ที่อาศัยในน้ำด้วย

เอกสารอ้างอิง

ชุติมา แสงสีจันทร์, 2545, นิเวศวิทยาของไรมะม่วง *Oligonychus mangiferus* (Rahman & Sapra) และการป้องกันกำจัดด้วยสารสกัดจากพืช, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขากีฏวิทยา คณะบัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

สุภาณี พิมพ์สมาน, สุชีลา เตชะวงศ์เสถียร, สราวุฒิ บุศรากุล และ สังวาล สมบูรณ์, 2540, การควบคุมเพลี้ยไฟและไรขาวพริกโดยใช้สารเคมี, เทคโนโลยีการอารักขาพืชในทศวรรษหน้า, การประชุมวิชาการอารักขาพืชแห่งชาติ ครั้งที่ 4 27-29 ตุลาคม 2542 โรงแรมแอมบาสเดอร์ซิตี้ จอมเทียน พัทยา ชลบุรี, หน้า 65-71.

อังศุมาลย์ จันทราปัตย์, 2549, โลกของไร, โรงพิมพ์สำนักส่งเสริมและฝึกอบรมมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 48 หน้า.

อุดมลักษณ์ อุ่นจิตต์วรรธนะ และ สมนึก คชรัตน์, 2543, ศึกษาผลกระทบของสารสกัดและผลิตภัณฑ์โล่ติ๊นต่อการเปลี่ยนแปลงเอนไซม์โคลีนเอสเตอเรสในลูกปลานิล, รายงานผลการวิจัยสำนักวิจัยพัฒนาเทคโนโลยีการผลิตสารธรรมชาติทางการเกษตร กรมวิชาการเกษตร, 12 หน้า.

Ahmed, S., Grainge, M., Hylin, J. W., Mitchel, W. C. and Litsinger, J. A., 1984, Some promising plant species for use as pest control agents under traditional farming systems, In Natural Pesticides from the Neem Tree and other Tropical Plant. Proceeding 2 nd Int. Conference Ravischholzhausen. Fed. Rep. May 25-28, 1983, Germany, 380-565.

Greenamyre, J. T., Betarbet, R., Sherer, T. B., 2003, The rotenone model of Parkinson's disease: genes, environment and mitochondria, Parkinsonism Relat. Disord., 9: S59-S64.

Leslie, C. and Donald, A. W., 1998, Biosynthesis in the rotenoid group of natural products: Applications of isotope methodology. Phytochemistry 49(6): 1479-1507.

Nicholas, B., Leslie, C. and Mart, W., 1985, Rotenone of *Lonchocarpus salvadorensis*: Their effectiveness in protecting seeds against bruchid predation, Phytochemistry, 24(12): 2881-2883.

Perry, A. S., Yamamoto, I., Ishaaya, I. and Perry, R., 1998, Insecticides in Agriculture and Environment: Retrospects and Prospects, Narosa Publishing House, 261.

Worawong, K. and Pimsamarn, S., 2005, Effectiveness of Phytochemical Extracts Against Broad Mite Polyphagotarsonemus latus Banks Control. In Biopesticides: Phytochemicals and Natural Products for the Progress of Mankind, Proceedings International Conference on Biopesticides, February 4, 2005, Chang Mai, Thailand, 17-19.

การเพิ่มประสิทธิภาพการผลิตแบคคิวโลไวรัสจากเซลล์แมลงในถังหมักเพื่อใช้ปราบแมลงศัตรูพืช

Improvement of Baculovirus NPV Production from Insect Cell in Bioreactor for Use as Insecticides

ปัทมาพร เพชรประกอบ[1] เพ็ญจันทร์ เมฆวิจิตรแสง[2] แสงชัย เอกประทุมชัย[1]
ไวรุจน์ เดชมหิทธิ์กุล[3] และ กนกวรรณ พุ่มพุทรา[1]
Petchprakob, P.[1], Mekvichitsaeng, P.[2], Akeprathumchai, S.[1],
Dechmahitkul, W.[3] and Poomputsa, K.[1]

Abstract

Baculoviruses NPV have been widely used as insecticides because of their effectiveness for killing specific insect pests and safety to human and environment. The production is performed by infection of NPV into insect larvae which gives high amounts of virus with low operation cost. Since the infection of virus is operated in the open system, the product is usually exposed to contamination by protozoa and microorganisms. An alternative method for production of NPV viruses, which is free of contamination and has potential for industrial scale, is virus infection into insect cells in a bioreactor. However, the amount of viruses produced was quite low due to the decline of efficiency of virus inoculums and the operation cost was still high because of the expensive culture media. In this study, the processes to avoid the adverse effect of virus inoculums and methods for enhancing infectivity of virus to increase virus production from insect cell culture were investigated.

Keywords : baculovirus, NPV, insecticide

บทคัดย่อ

แบคคิวโลไวรัสในกลุ่มไวรัส NPV เป็นสารชีวภาพสามารถนำมาใช้กำจัดแมลงเนื่องจากมีประสิทธิภาพในการฆ่าหนอนแมลงศัตรูพืชได้ดี และยังมีความปลอดภัยสูงต่อมนุษย์และสิ่งแวดล้อม กระบวนการการผลิตไวรัส NPV ใช้วิธีเพิ่มจำนวนผลึกไวรัสในหนอนแมลงที่ทำให้ติดเชื้อไวรัสซึ่งให้ผลผลิตที่ดีและมีต้นทุนต่ำ แต่การผลิตไวรัสในรูปแบบนี้ยังมีข้อจำกัดในด้านการควบคุมคุณภาพจากปัญหาการปนเปื้อนของผลผลิตโดยเฉพาะโปรโตซัวและจุลินทรีย์ต่างๆ จึงได้มีการพัฒนาการผลิตไวรัสในอีกรูปแบบหนึ่งที่สามารถลดปัญหาการปนเปื้อนของผลึกไวรัสและเหมาะกับการขยายขนาดการผลิตในระดับอุตสาหกรรม คือ การผลิตโดยใช้เซลล์แมลงในระบบถังหมักซึ่งสามารถควบคุมคุณภาพผลผลิตได้ดี อย่างไรก็ตามพบว่าปริมาณผลผลิตไวรัสในรูปแบบนี้ยังให้ผลผลิตที่ค่อนข้างต่ำและต้นทุนในการผลิตสูง สาเหตุหนึ่งเกิดจากไวรัสตั้งต้นลดประสิทธิภาพอย่างรวดเร็วเมื่อใช้ในระบบเซลล์แมลง ในงานวิจัยนี้จึงได้ทำการศึกษาเพื่อลดผลกระทบจากการเสื่อมประสิทธิภาพของไวรัสตั้งต้นและเพื่อลดต้นทุนการผลิตของไวรัส โดยทำการศึกษาเพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการ infection ของไวรัสในเซลล์แมลงเพื่อเพิ่มผลผลิตของไวรัสในถังหมัก

คำสำคัญ : แบคคิวโลไวรัส NPV สารกำจัดแมลง

Introduction

Baculoviruses are a diverse group of occluded, rod shaped viruses with circular, supercoiled, double stranded DNA. Baculovirus infections have been described in over 600 species of insects. They are used as biological control agents of insect pests in agriculture and forestry especially in a period of increasing pest resistance and declining acceptance of chemical pesticide. One positive feature of using baculoviruses as insect biocontrol agents is that they have limited host range and do not affect non-target organisms. Baculoviruses are

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน ถนนเทียนทะเล กรุงเทพฯ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkuntein Campus, Tein-talay Rd., Bangkok 10150
[2]สถาบันพัฒนาและฝึกอบรมโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี
[2]Pilot Plant Deverlopment and Training Institute, King Mongkut's University of Technology Thonburi
[3] หน่วยปฏิบัติการวิจัยและพัฒนาวิศวกรรมชีวเคมีและโรงงานต้นแบบ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี
[3]Biochemical Engineering Research and Pilot Plant Development Unit, King Mongkut's University of Technology Thonburi

taxonomically subdivided into two genera: Nucleopolyhedrovirus (NPV), which has multiple virions occluded within a crystalline matrix of polyhedron protein to form polyhedra and Granulovirus (GV), which have a single virion with a single nucleocapsid embedded in a granular occlusion body. A number of NPVs have been isolated world wide from insect species belonging to genus *Helicoverpa*, such as *Helicoverpa armigera* (Gettig *et. al*., 1982). They have a large potential market and could be used to control major pests of crops. The baculovirus can be produced in both insect larvae and in insect cell culture. Production of baculovirus in insect cell culture in a bioreactor has potential for industrial scale production. However, serial passaging of baculoviruses in cell culture leads to rapidly accumulating mutant, known as "passage effect", which results in changing of virus efficacy. The passage effect can seriously hinder the use of *in vitro* methods for large-scale production of baculoviruses for biopesticide use (Goodwin *et. al*., 1970). Our previous work with *Helicoverpa armigera* NPV (HaNPV) productions in *Heliothis zea* cells (Hz cells) demonstrated that yields of polyhedra produced declined after 6 passages (Poltawee *et. al*., 2003). This is probably the results of accumulated FP (few polyhedra) mutant in the 6th passage. Various genotypic changes of FP mutants that may occur are deletions and insertion of DNA in the viral essential genes. Virus inoculums not more than 5 passages therefore should only be used to avoid this adverse effect.

Virus infection efficiency plays an essential role in virus productivity. Baculoviruses attach to insect cells is the first step of the virus infection process. Wickham *et. al.* (1992) have proposed that baculovirus attachment involves multivalent bonds between the virus and the cell receptor, with some nonspecific binding also observable. This will lead to a decrease in the virus infection rate. Minimizing the nonspecific virus binding could overcome this problem. Maranga *et. al*. (2002) found that Bovine Serum Albumin (BSA) could be used for this purpose. BSA was shown to increase infection rate of an AcAs3-PPV recombinant virus infection into Sf-21 insect cells. The effect of BSA to increase HaNPV baculovirus infection and productivity was therefore investigated in this work.

Another method to increase baculovirus production was addition of selenium into infected cell culture. Selenium is a metalloid element that occurs naturally in soil. It has been linked to the activity of glutathione peroxidase, an enzyme important in preventing oxidative damage (Esworthy *et. al*., 1998). As it has been known that cells infected with virus are prone to various stress conditions, this stress could affect the virus reproducibility. The ability of selenium, in the form of Sodium selenate (Na_2SO_4) and Sodium selenite ($Na2SO_3$), to reduce stress in the Th-HaNPV infected Hz cells, was examined for the improvement of viral production.

Materials and Methods

Heliothis zea cell line was maintained at $27^{o}C$ in SF 900 II medium supplemented with 10 % fetal bovine serum. Cells at $5x10^5$ cells/ml were infected with Th-HaNPV (isolated from heamolymph of HaNPV infected larvae, Figure 1) at MOI=0.5. Bovine Serum Albumin (BSA) at various concentrations (2.2, 5, 10, 15, 20, 30 and 35 g/l) and Sodium selenate and Sodium selenite at 0.2 and 0.4 ng/ml were added into an individual infected cell culture. Numbers of polyhedrin inclusion bodies (PIBs) were determined for measurement of the yields of this baculovirus.

Results

Effect of Bovine Serum Albumin on HaNPV infection Bovine Serum Albumin (BSA) at various concentrations was added into Hz cells infected culture with HaNPV baculovirus (MOI 0.5) and the infectivity were determined. It was found that BSA increased Th-HaNPV productivity when used at concentration higher than 10 g/l. The virus productions were twice to three times higher than the control (no BSA, Figure 2). This was probably due to binding of BSA to the non specific receptor of the virus on insect cell that leave to more viruses available to their specific receptors (Wickham *et. al*., 1992).

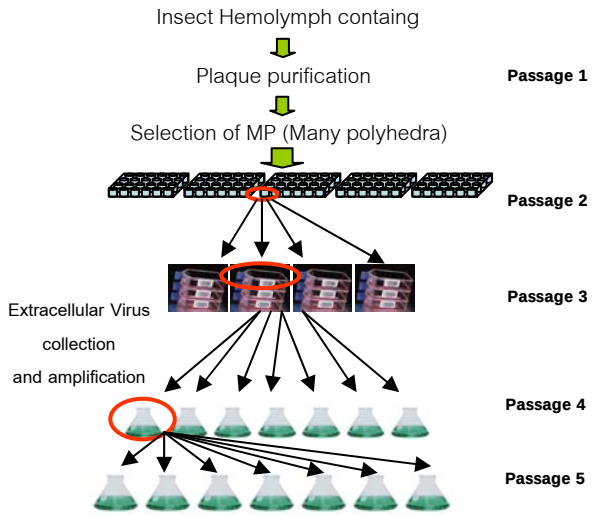


Figure 1 Th-HaNPV innoculum preparation. The inoculums should only be used for up to passage 5.

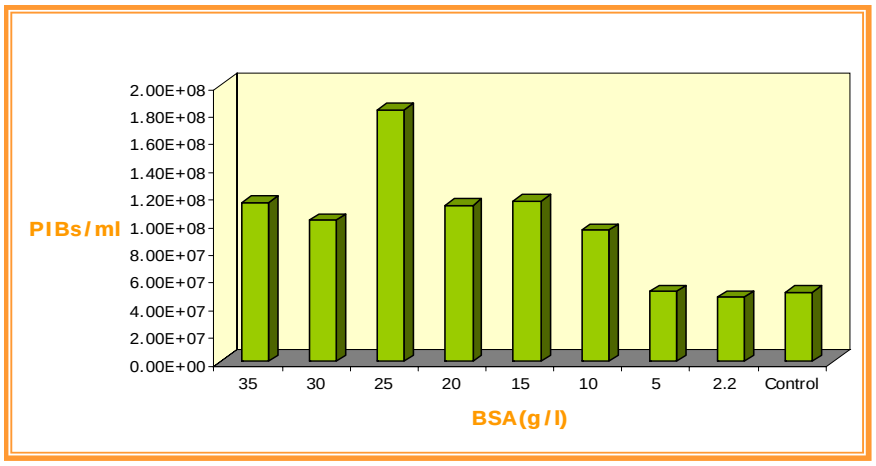


Figure 2 Effect of BSA on HaNPV virus production (Polyhedra inclusion bodies, PIBs/ml).

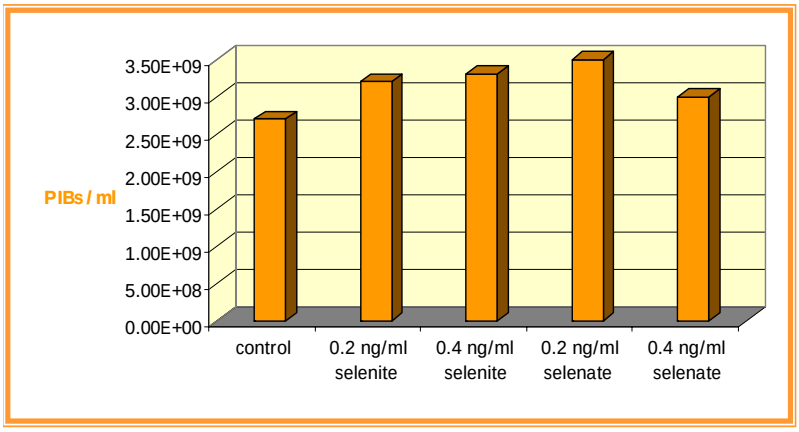


Figure 3 Effect of Sodium selenate and Sodium selenite on virus production.

Effect of Selenium on HaNPV infection Sodium selenate and Sodium selenite (0.2 ng/ml and 0.4 ng/ml) that were shown to increase insect cell growth in our previous study (data not shown) were tested for their effects on virus infectivity. Figure 3 shows that at these two concentrations, both sodium selenate and sodium selenite could enhance the TH-HaNPV productivity compare to the control without selenium added.

Discussion

Several strategies have been explored to improve Th-HaNPV HANPV production. BSA was shown to competitively bind to non-specific receptors, which leave more baculoviruses to bind to their specific receptor, and thus the virus yields were improved. Anti-stress agents such as Sodium selenate and selenite were also tested. Their effect on the HaNPV production was demonstrated (figure 3). This is the first time that selenium has been shown to increase virus production. More studies on this effect should be carried out for other types of virus infection and on the larger scale of infection.

Summary

HaNPV virus production in Hz cell culture can be improved by the appropriate virus inoculums preparation and addition of BSA and selenium in the form of sodium selenate and sodium selenite.

Literature cited

Esworthy, R.S., Swiderek, K.M., Ho, Y.S. and Chu, F.F., 1998, Selenium dependent glutathione peroxidase-GI is a major glutathione peroxidase activity in the mucosal epithelium of rodent intestine, Biochemical Biophysic Acta, 1381: 213-226.

Gettig, R. R. and McCarthy W. J., 1982, Genotypic varitation among wild isolates of *Heliothis spp* nuclear polyhedrosis viruses from different geographical regions, Virology, 117: 245-252.

Goodwin, R. H., Vaughn, J. L., Adams, J. R. and Louloudes, S. J., 1970, Replication of a nuclear polyhedrosis virus in an established insect cell line, Journal of Invertebrate Pathology, 16: 284-288.

Maranga, L., Coroadinha, A.S., and Carrondo, M.J.T., 2002, Insect cell culture medium supplementation with fetal bovine serum and bovine serum albumin: Effect on baculovirus adsorption and infection kinetics, Biotechnology Progress, 18: 855-861.

Poltawee, K., Mekvichitsaeng, P., Techkarnjanaruk, S., and Poomputsa K., 2003, Effect of serial passages on baculovirus (HaNPV) production in insect cell culture, Poster presented at BioThailand 2003 Technology for life, July 17-20, Pataya, Thailand.

Wickham, T. J., Shuler, M. L., Hammer, D. A., Granados, R. R. and Wood, H. A., 1992, Equilibrium and kinetic analysis of Autographa californica nuclear polyhedrosis virus attachment to different insect cell lines, Journal General Virology, 73: 3185-3194.

อิทธิพลของกรดอะซิติก ซิตริก แลคติก และมาลิกต่อคุณสมบัติทางกลของฟิล์มที่ผลิตจากแป้งข้าวเจ้าผสมไคโตแซน

Acetic, Citric, Lactic and Malic Acids Affecting on Film Mechanical Properties Produced from Rice Starch with Chitosan

กนกกร ศรีอนันต์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป[2]
Srianan, K.[1], Kerdchoechuen, O.[1], Laohakunjit, N.[1] and Tungsangprateep, S.[2]

Abstract

Rice starch film was developed in order to modify the edible film from natural product for applying for fresh cut or ready to eat fresh fruits. Films were modified by mixing with chitosan at 1 and 2% (w/v) in 4 organic acids; acetic, citric, lactic and malic acids. Results showed that rice starch film with chitosan dissolved in either citric and malic acids had high water solubility than films in acetic and lactic acids and films mixed with 2% (w/v) chitosan had a higher solubility than using 1% (w/v) chitosan. Although film in acetic and citric acids resulted in less thickness than films in lactic and malic acids, films with 1% (w/v) chitosan had less thickness than mixed with 2% (w/v) chitosan. In this study, films in acetic acid had the highest tensile strength. With increasing concentration of chitosan, tensile strength of rice starch films decreased. Modified rice films with acetic acids had the highest tensile strength. For elongation properties, the 1 and 2% (w/v) chitosan rice starch films in malic acid gave the maximum elongation (at break point).

Keywords : rice starch, chitosan, edible film, organic acids

บทคัดย่อ

การพัฒนาฟิล์มจากสารธรรมชาติที่นำมาบริโภคได้สำหรับประยุกต์ใช้ในผลไม้ตัดแต่งหรือพร้อมบริโภคโดยใช้แป้งข้าวเจ้าผสมไคโตแซนเข้มข้น 2 ระดับ คือ 1 และ 2% (w/v) โดยใช้กรดอินทรีย์ 4 ชนิด คือ อะซิติก ซิตริก แลคติก และมาลิกเป็นตัวทำละลาย ผลการศึกษา พบว่า ฟิล์มแป้งข้าวที่ผสมไคโตแซนที่ละลายด้วยกรดซิตริกและมาลิกมีการละลายน้ำสูงกว่าฟิล์มผสมที่ใช้กรดอะซิติก และแลกติก การใช้ไคโตแซนเข้มข้น 2% (w/v) มีผลทำให้ฟิล์มมีการละลายน้ำได้สูงกว่าฟิล์มแป้งข้าวเจ้าที่ผสมไคโตแซนเข้มข้น 1% (w/v) นอกจากนี้ยังพบว่า ฟิล์มแป้งข้าวที่ผสมไคโตแซนและใช้กรดอะซิติกและซิตริกมีความหนาน้อยกว่าฟิล์มที่ผสมไคโตแซน และใช้กรดแลกติกและมาลิก แต่ฟิล์มที่ผสมไคโตแซนเข้มข้น 1% (w/v) มีความหนาน้อยกว่าฟิล์มที่ผสมไคโตแซนเข้มข้น 2% (w/v) ส่วนค่าการต้านทานแรงดึงขาดของฟิล์ม พบว่าฟิล์มแป้งข้าวที่ผสมไคโตแซน และใช้กรดอะซิติกมีค่าแรงดึงขาดของฟิล์มสูงกว่าฟิล์มชนิดอื่น และฟิล์มที่ผสมไคโตแซนเข้มข้น 1% (w/v) มีค่าแรงดึงขาดของฟิล์มสูงกว่าฟิล์มที่ผสมไคโตแซน 2% (w/v) อย่างไรก็ตามพบว่าฟิล์มแป้งข้าวเจ้าที่ผสมไคโตแซนเข้มข้น 2% (w/v) และใช้กรดมาลิกมีการยืดตัวดีกว่าฟิล์มชนิดอื่น

คำสำคัญ : แป้งข้าวเจ้า ไคโตแซน ฟิล์มบริโภคได้ กรดอินทรีย์

คำนำ

ปัจจุบันปริมาณการใช้ผลิตภัณฑ์จากพลาสติกมีสูงมาก ส่งผลให้ปริมาณขยะที่เกิดจากพลาสติกสูงขึ้นตามไปด้วย เนื่องจากบรรจุภัณฑ์ส่วนใหญ่มีความคงทนต่อการย่อยสลายและทำลาย จึงทำให้ผู้บริโภคหันมาให้ความสนใจเกี่ยวกับบรรจุภัณฑ์ที่มีคุณสมบัติในการย่อยสลายได้ในธรรมชาติมากขึ้น การเลือกใช้พอลิเมอร์ (polymer) จากธรรมชาติ เช่น แป้ง (starch) เซลลูโลส (cellulose) และไคโตซาน (chitosan) ซึ่งเป็นวัตถุดิบทางการเกษตรที่ส่วนใหญ่หาได้ง่าย ราคาถูก ดังนั้นการศึกษาคุณสมบัติของฟิล์มแป้งข้าวเจ้าผสมไคโตแซนเพื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์ที่ย่อยสลายได้ และเพื่อนำมาใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร และ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[1] School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntein Campus, Bangkok 10150
[2] ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 196 ถนนพหลโยธิน จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[2] Thai Packaging Centre, Thailand Institute of Scientific and Technological Research, 196 Phahonyothin Rd., Chatuchuk, Bangkok 10900

ผลไม้พร้อมบริโภค ซึ่งสามารถลดการหายใจ และยืดอายุการเก็บรักษา อีกทั้งยังลดปัญหามลภาวะจากขยะและของเสียอันตราย รวมทั้งเป็นการเพิ่มมูลค่าทางเศรษฐกิจของผลผลิตทางการเกษตรของไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมสารละลายไคโตแซน (1% และ 2 %, w/v) ในกรดทั้ง 4 ชนิด คือ อะซิติก ซิตริก แลคติก และมาลิก และสารละลายแป้งข้าวเจ้า (5%, w/v) โดยกวนและให้ความร้อนที่ 90°C นาน 30 นาที ทิ้งไว้ให้เย็น นำมาผสมกับไคโตแซนในอัตราส่วน 1:0, 1:0.25, 1:0.50, 1:0.75 และ 1:1 และเติมซอร์บิทอล 30 % (w/w) แล้วนำไปเทลงบน acrylic plate เมื่อฟิล์มแห้งนำฟิล์มไปเก็บรักษาไว้ในเดซิเคเตอร์ก่อนการทดสอบ ใช้แผนการทดลองแบบ 2x4x5 Factorial in Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์คุณสมบัติของฟิล์มดังนี้คือ การละลาย (Laohakunjit และ Noomhorm, 2004) ความหนาของฟิล์มโดยใช้ micrometer (Xu และคณะ, 2005) การต้านทานแรงดึงขาดและการยืดตัวของฟิล์มโดยวิธี ASTM D882-88 standard (ASTM, 1989) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance: ANOVA) และ Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม SAS (1991)

ผลและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาพบว่าลักษณะปรากฏของฟิล์มแป้งข้าวเจ้า (rice film, RF) (control) มีความขุ่น โปร่งแสง และมีด้านหนึ่งเรียบมันวาว ส่วนอีกด้านไม่มันวาว ส่วนฟิล์มแป้งข้าวเจ้าที่ผสมไคโตแซน (rice starch film with chitosan, RC) ทุกความเข้มข้นโปร่งแสง มีความขุ่นน้อยกว่า RF แต่สีของฟิล์มมีสีเหลืองมากกว่า RF และมีด้านหนึ่งเรียบมันวาว ส่วนอีกด้านหนึ่งด้านไม่มันวาว (Figure 1 a และ b) การละลายในน้ำของฟิล์ม (Fig. 2 a) พบว่าการละลายของฟิล์มมีส่วนผสมของกรดซิตริกหรือมาลิกละลายไคโตซานมีการละลายน้ำสูงกว่าฟิล์มผสมที่ใช้กรดอะซิติก และแลกติก สอดคล้องกับ Nadarajah (2005) ที่รายงานว่าชนิดของกรดมีอิทธิพลต่อการละลายน้ำของฟิล์มไคโตแซนและฟิล์มไคโตแซนที่ละลายในกรดซิตริกมีความสามารถในการละลายน้ำได้สูงกว่าไคโตแซนที่ละลายในกรดอะซิติก และเมื่อผสมไคโตแซนเข้มข้น 2% (w/v) ทำให้ RC มีการละลายดีกว่า RC ที่เติมไคโตแซนเข้มข้น 1% (w/v) และสอดคล้องกับรายงานของ Sebastien และคณะ (2006) เมื่อใช้แป้งต่อไคโตแซนอัตราส่วน 1:1 มีผลให้ฟิล์มมีความสามารถในการละลายได้สูงกว่าการใช้อัตราส่วนอื่นๆ สำหรับความหนาของฟิล์ม (Figure 2 b) พบว่าฟิล์มที่ใช้กรดอะซิติก และซิตริกมีความหนาน้อยกว่าฟิล์มที่ใช้กรดแลกติก และมาลิก เนื่องจากกรดซิตริกและแลกติกจะเชื่อมเป็น salt bridges กับหมู่อะมิโนของไคโตแซนเกิดเป็นสารประกอบร่างแหซึ่งส่งผลให้ฟิล์มมีความหนาขึ้น (Begin และ Calsteren, 1999, Nadarajah, 2005) สำหรับ RC ที่เติมไคโตแซนเข้มข้น 2% (w/v) มีผลให้ RC หนามากกว่า RC ผสมไคโตแซนเข้มข้น 1% (w/v) และเมื่อใช้แป้งต่อไคโตแซนอัตราส่วน 1:1 ฟิล์มมีความหนาน้อยกว่าการใช้อัตราส่วนอื่นๆ

การต้านทานแรงดึงขาด (Tensile strength; TS) ของฟิล์มมีค่าเพิ่มขึ้นและการยืดตัวมีค่าลดลงเมื่อมีการเติมไคโตแซน (Figure 2 c และ d) โดยฟิล์มที่ใช้กรดอะซิติกมีการต้านทานแรงดึงขาด (TS) ที่สูงกว่าฟิล์มชนิดอื่น โดยปริมาณของไคโตแซนและชนิดของกรดมีผลต่อการต้านทานแรงดึงขาดของฟิล์ม และพบว่าฟิล์มที่ใช้กรดอะซิติกมีการต้านทานแรงดึงขาดสูงกว่าการใช้กรดชนิดอื่น เนื่องจากไคโตแซนที่ใช้กรดอะซิติกเป็นตัวทำละลายจะเกิดปฏิกิริยาระหว่างกันทำให้โครงสร้างของฟิล์มมีความแข็งแรงมากกว่าการใช้กรดชนิดอื่น (Rhim และคณะ,1998, Begin และ Calsteren, 1999, Khan และคณะ, 2000, Park และคณะ , 2002, Nadarajah, 2005) และเมื่อเติมไคโตแซนเข้มข้น 1% (w/v) ทำให้ฟิล์มมีการต้านทานแรงดึงขาดสูงกว่าการเติมไคโตแซนเข้มข้น 2% (w/v) โดยการใช้แป้งผสมไคโตแซนอัตราส่วน 1 : 0.25 มีการต้านทานแรงดึงขาดสูงกว่าอัตราส่วนอื่นๆ แต่ฟิล์มที่ใช้กรดมาลิกมีการยืดตัวที่ดีกว่าฟิล์มชนิดอื่น และฟิล์มที่เติมไคโตแซนเข้มข้น 2% (w/v) มีการยืดตัวดีกว่าการเติมไคโตแซนเข้มข้น 1% (w/v) โดยอัตราส่วนของแป้งต่อไคโตแซน เท่ากับ 1:1 มีการยืดตัวดีกว่าอัตราส่วนอื่น เนื่องจากฟิล์มแป้งมีความเปราะ และเมื่อเพิ่มอัตราส่วนของแป้งส่งผลให้การยืดตัวของฟิล์มลดลง (Xu และคณะ, 2005)

สรุปผล

ฟิล์มแป้งข้าวเจ้าผสมไคโตแซนที่ละลายในกรดทั้ง 4 ชนิด (อะซิติก ซิตริก แลคติก และมาลิก) มีคุณสมบัติทางกายภาพที่แตกต่างกัน ซึ่งฟิล์มที่ผสมไคโตแซนมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น โดยฟิล์มที่ใช้กรดอะซิติกมีความหนาที่น้อยกว่าและมีการต้านทานแรงดึงขาด (TS) ที่สูงกว่าฟิล์มชนิดอื่น ส่วนฟิล์มที่ใช้กรดซิตริกมีการละลายน้ำที่ดี รองลงมาเป็นกรดแลกติก มาลิก และอะซิติก ตามลำดับ ซึ่งฟิล์มที่ใช้กรดมาลิกมีการยืดตัวที่ดีที่สุดในกรดทั้ง 4 ชนิด และฟิล์มที่ผสมไคโตแซนเข้มข้น 1% (w/v) มีการละลายน้ำ ความหนา และการยืดตัวน้อยกว่าฟิล์มที่ผสมไคโตแซน 2% (w/v) จากการทดลองสามารถสรุปได้ว่า

ฟิล์มแป้งข้าวเจ้าที่ผสมไคโตแซนมีคุณสมบัติทางกายภาพที่ดีขึ้น และสามารถนำมาประยุกต์ใช้ในผลิตภัณฑ์อาหาร ผลไม้ตัดแต่ง หรือผลไม้พร้อมบริโภค เนื่องจากเป็นการพัฒนาฟิล์มจากสารธรรมชาติที่สามารถนำมาบริโภคได้

เอกสารอ้างอิง

American Standard for Testing and Materials, 1989, Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting, ASTM D882-88 of Materials, Annual Book of ASTM Standard. Philadelphia.

Begin, A. and Calsteren, M. R. V., 1999, Antimicrobial films produced from chitosan, International Journal of Biological Macromolecules, 26: 63-7.

Khan, T. A., Peh, K. K. and Cheng, H. S., 2000, Mechanical, bioadhesive strength and biological evaluations of chitosan films for wound dressing, Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences, 3(3): 303-11.

Laohakunjit, N., and Noomhorm, A., 2004, Effect of plasticizers on mechanical and barrier properties of rice starch film, Starch/Starke, 56: 348-356.

Nadarajah, K., 2005, Development and characterization of antimicrobial edible films from crawfish chitosan, A dissertation submitted to the graduate faculty of the Louisiana State university and Agricultural and Mechanical college in partial fulfillment of the requirements for the degree of doctor of philosophy, 152 p.

Park, S. Y., Marsh, K. S. and Rhim, J. W., 2002, Characteristics of different molecular weight chitosan films affected by the type of organic solvents, Journal of Food Science, 67(1):194-7.

Rhim, J. W., Weller, C. L. and Ham, K. S., 1998, Characteristics of chitosan films as affected by type of solvent acid, Journal of Food Science and Biotechnology, 7(4): 263-8.

Sebastien, F., Stephane, G., Copinet, A. and Coma, V., 2006, Novel biodegradable films made from chitosan and poly (lactic acid) with antifungal properties against mycotoxinogen strains, Carbohydrate Polymers, 1-9.

Xu, Y. X., Kim, K. M., Hanna, M. A. and Nag, D., 2005, Chitosan-starch composite film: preparation and characterization, Industrial Crops and Products, 21: 185-192.

(a) (b)

Figure 1 Appearance of (a) rice starch film and (b) chitosan-rice starch composite film.

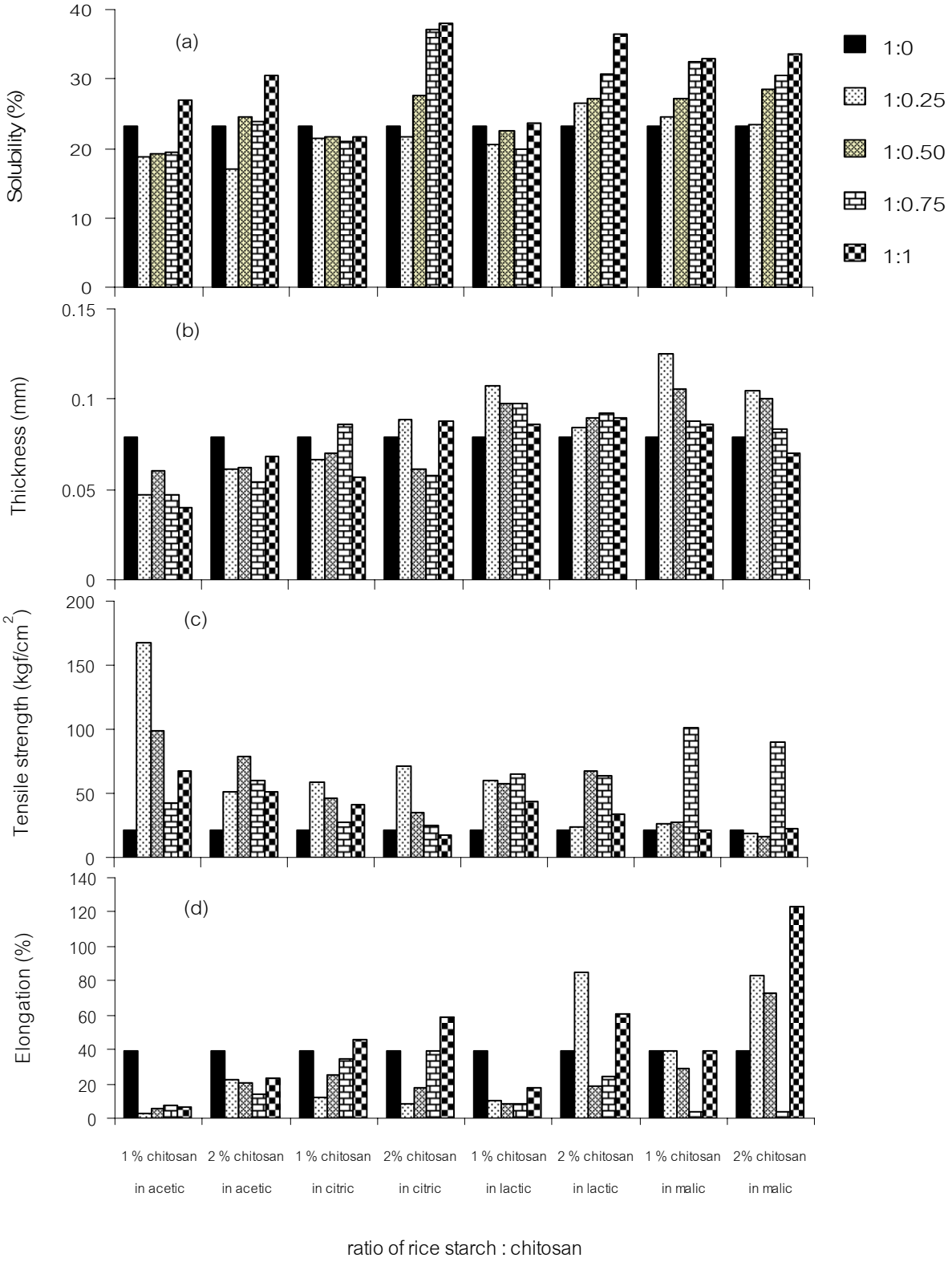


Figure 2 Effects of acids on (a) solubility, (b) thickness, (c) tensile strengths (TS) and (d) elongation-at-breaks (E).

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 87-90 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 87-90 (2550)

การออกแบบบรรจุภัณฑ์ขนส่งพลับสด

Development of Transport Packaging for Fresh Persimmons

ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป[1], โอฬาร ตัณฑวิรุฬห์[2], วีระศรี เมฆตรง[2],
บุษกร ประดิษฐนิยกูล[1], สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง[1] และ สักขี แสนสุภา[1]
Tungsangprateep, S.[1], Tuntawiroon, O.[2], Meaktrong, W.[2],
Praditniyakul, B.[1], Pratheepthinthong, S.[1] and Sansupa, S.[1]

Abstract

The packages for transportation were designed in accordance with style and dimension of the formerly developed consumer packages. They provided proper functional properties especially unitization, protection, sales promotion, handle or carry by human and efficient utilization of a pallet spaces as well as appropriated label which complied to international standard. The developed packages were die-cut corrugated boxes (KA150/CA125/KA150, B flute) with outside dimension of 510x360x260 mm. The attractiveness was obtained from the distinctive design which was ease for buying and display as well as high stacking stability. The structures can withstand 3624 N compression and 9 stacking layers.

Keywords : packaging, persimmons

บทคัดย่อ

การออกแบบกล่องขนส่งผลพลับสดพิจารณาจากรูปแบบและมิติของกล่องขายปลีกพลับสดที่ได้พัฒนาขึ้นเป็นหลัก โดยมุ่งเน้นการรวมหน่วย การให้ความคุ้มครอง และการส่งเสริมการขาย รวมทั้งเหมาะสมกับการขนถ่ายด้วยแรงคน และการใช้พื้นที่บนแท่นรองรับสินค้า และมีฉลากได้มาตรฐาน บรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้นเป็นกล่องกระดาษลูกฟูกแบบไดคัท (KA150/CA125/KA150, B flute) มีมิติภายนอก 510x360x260 มิลลิเมตร สะดุดตาด้วยรูปแบบที่เอื้อต่อการเลือกซื้อและสามารถจัดแสดงสินค้าได้สะดวก ง่ายและรวดเร็ว ตลอดจนให้ความมั่นคงในการเรียงซ้อน มีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการขนส่ง โดยมีค่าความต้านทานแรงกดเฉลี่ย 3624 นิวตัน และสามารถเรียงซ้อนได้ 9 ชั้น

คำสำคัญ : พลับสด, บรรจุภัณฑ์

คำนำ

การพัฒนาการปลูกพลับบนที่สูงในจังหวัดเพชรบูรณ์ นอกจากเป็นการเพิ่มปริมาณผลผลิตพลับเพื่อทดแทนการนำเข้าและสร้างรายได้ให้เกษตรกรแล้ว พลับยังมีข้อดีอีกหลายประการ ได้แก่ มีศักยภาพสูงในเรื่องของการอนุรักษ์สิ่งแวดล้อมในที่สูง เนื่องจากมีรากแข็งแรงสามารถหยั่งลึกลงใต้ดินได้ดี ช่วยป้องกันการพังทลายของหน้าดิน มีความทนทานต่อสภาวะอากาศ พลับจึงได้รับการส่งเสริมให้มีการขยายพื้นที่ปลูกอย่างต่อเนื่อง เพื่อให้มีปริมาณมากพอสำหรับความต้องการของผู้บริโภคภายในประเทศ และการส่งออกไปจำหน่ายในต่างประเทศในอนาคต อย่างไรก็ตามพลับเป็นพืชที่เจริญเติบโตได้ดีในที่สูงซึ่งในประเทศไทยมักทุรกันดาร และห่างไกลความเจริญ การคมนาคมไม่สะดวก อีกทั้งลักษณะธรรมชาติของผลพลับสดอาจจะเสียหายได้ง่ายเนื่องจากแรงกดทับและการเสียดสี และการใช้ภาชนะบรรจุเพื่อการขนส่งที่ไม่เหมาะสมเท่าที่ควรทำให้ผลผลิตได้รับความเสียหายขณะทำการขนส่งจากแหล่งปลูกมายังปลายทาง นอกจากนี้รูปแบบของภาชนะบรรจุที่ไม่เอื้อต่อการวางจำหน่าย และไม่มีมาตรฐานเดียวกัน อาจส่งผลให้เกิดข้อจำกัดในการตั้งราคาจำหน่ายและการขยายฐานตลาดออกสู่ต่างประเทศ ดังนั้นการพัฒนาบรรจุภัณฑ์ขนส่งให้เหมาะสมกับการจัดการผลผลิต ช่วยให้ความสะดวกและสามารถคุ้มครองผลผลิตไม่ให้เสียหาย อีกทั้งการออกแบบฉลากและกราฟิกให้มีรูปลักษณ์สะดุดตา และสอดคล้องกับกฎระเบียบข้อบังคับของตลาด เป็นส่วนองค์ประกอบที่สำคัญในการสร้างมูลค่าเพิ่มให้กับผลผลิต และเป็นการสร้างโอกาสให้ผลผลิตสามารถขยายพื้นที่จำหน่ายได้กว้างขวางยิ่งขึ้น การพัฒนาบรรจุภัณฑ์ควบคู่ไปกับการพัฒนาการปลูกพลับ เป็นแนวทางหนึ่งของการพัฒนาแบบครบวงจร ทำให้เกิดองค์ความรู้ที่สามารถนำไปใช้ประโยชน์ในเชิงปฏิบัติได้ อันจะเป็นการสร้างรากฐานการผลิตสินค้า

[1] ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย
[2] สถาบันค้นคว้าและพัฒนาระบบนิเวศเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

ทางการเกษตรให้เข้มแข็ง และเตรียมความพร้อมสำหรับการส่งออกต่อไปในอนาคต การออกแบบ บรรจุภัณฑ์ขนส่งพลับสดเป็นส่วนหนึ่งของโครงการพัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับพลับสดและพลับแห้ง โดยมีวัตถุประสงค์หลักเพื่อพัฒนาบรรจุภัณฑ์สำหรับพลับสด ให้มีมิติสอดคล้องกับบรรจุภัณฑ์เพื่อการจำหน่ายพลับสดที่ได้พัฒนาไว้แล้ว (Tungsangprateep และคณะ, 2006) และทดสอบความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น

อุปกรณ์และวิธีการ

การออกแบบโครงสร้าง ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ การสรุปแนวคิดหลักสำหรับการออกแบบ (design concept) ออกแบบแบบร่าง (sketch design) คัดเลือกแบบเพื่อปรับปรุงและพัฒนาขั้นต้น จัดทำแบบจำลองสามมิติเพื่อคัดเลือกแบบสำหรับการออกแบบในรายละเอียด ทำการออกแบบในรายละเอียด (detail design) จัดทำต้นแบบขั้นสุดท้ายจากกระดาษลูกฟูกลอน B เกรด KA150/CA125/KA150 และการคัดเลือกเกรดกระดาษลูกฟูกและการทดสอบความแข็งแรงของบรรจุภัณฑ์ที่พัฒนาขึ้น ด้วยการทดสอบแรงต้านการกดของกล่อง (ASTM, 2000) และคำนวณความสามารถในการเรียงซ้อนด้วยวิธีของวรรณา (2548) โดยใช้ค่าเผื่อความปลอดภัยภายใต้สภาวะการใช้งานที่รุนแรงจากข้อแนะนำของ Clarke และ Marcondes (1998)

การออกแบบกราฟิก ประกอบด้วยขั้นตอนต่าง ๆ ได้แก่ การสรุปแนวคิดหลักสำหรับการออกแบบ ออกแบบแบบร่าง คัดเลือกแบบขั้นต้นเพื่อการปรับปรุง คัดเลือกแบบขั้นสุดท้าย ออกแบบในรายละเอียด จัดทำแบบสำหรับการผลิต (art work) โดยภาพร่างขั้นต้น เป็นการออกแบบบนพื้นขาว หลังจากคัดเลือกแบบแล้วจึงเปลี่ยนจากพื้นขาวเป็นพื้นสีน้ำตาลทองแบบเดียวกับสีของกระดาษลูกฟูกที่จะใช้จริง เพื่อความสะดวกในการคัดเลือกแบบ

ผลและวิจารณ์ผล

การออกแบบโครงสร้าง การออกแบบมีแนวคิดหลัก มุ่งเน้นการรวมหน่วยเพื่อความสะดวกในขั้นตอนการจัดการก่อนถึงมือผู้บริโภค, ให้ความคุ้มครองผลิตผลตลอดกระบวนการ และช่วยส่งเสริมการขาย โครงสร้างกล่องขนส่งที่พัฒนาขึ้นจึงมีรูปแบบหลักที่เผยให้เห็นกล่องขายปลีกภายในซึ่งมีรูปลักษณ์สวยงามสะดุดตา อีกทั้งสามารถวางเรียงซ้อนและใช้กล่องขนส่งในการจัดแสดงสินค้าได้อย่างสะดวกรวดเร็ว ซึ่งเอื้อต่อรูปแบบการจัดจำหน่ายในร้านที่ไม่ต้องมีผู้ขายสินค้า เช่น ซุปเปอร์มาร์เก็ต ซุปเปอร์สโตร์ และห้างสรรพสินค้า สำหรับมิติของกล่องพิจารณาจากมิติภายนอกของกล่องขายปลีก น้ำหนักรวมของผลิตผล กล่องขายปลีกและกล่องขนส่ง และมิติของแท่นรองรับสินค้าขนาดมาตรฐานภายในประเทศเพื่อสามารถใช้พื้นที่ของแท่นรองรับสินค้าได้อย่างมีประสิทธิภาพ ตลอดจนมิติและน้ำหนักที่เหมาะสมกับการขนถ่ายด้วยแรงคน (ศิริวรรณ, 2548) ทำให้ได้รูปแบบการจัดเรียงกล่องขายปลีกเพื่อบรรจุในกล่องขนส่ง (Figure 1) โดยสามารถบรรจุกล่องขายปลีกได้ 12 กล่อง วางเรียงซ้อน 4 ชั้น แต่ละชั้นวางกล่องขายปลีกได้ 3 กล่อง มิติภายนอกของกล่องขนส่ง มีขนาด 510x360x260 มิลลิเมตร โดยผลการพัฒนาตามลำดับขั้น แสดงดัง Figure 1 ผลการทดสอบการต้านแรงกดของกล่อง พบว่ากล่องที่พัฒนาขึ้นสามารถต้านทานแรงกดได้ไม่เกิน 3624 นิวตัน และเรียงซ้อนได้ไม่เกิน 9 ชั้นภายใต้สภาวะการใช้งานที่รุนแรง แสดงให้เห็นว่ากล่องที่พัฒนาขึ้นมีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการใช้งานตามปกติ ซึ่งมีการเรียงซ้อนสูงไม่เกิน 2.30 เมตร สำหรับการขนส่งด้วยรถบรรทุก

การออกแบบกราฟิก การออกแบบมีแนวคิดหลัก ได้แก่ 1) ใช้สีเดียวในการแสดงกราฟิก เพื่อประหยัดต้นทุนในการผลิต เนื่องจากกราฟิกสำหรับกล่องขนส่งนั้นต้องการความชัดเจนเป็นหลักเพื่อความสะดวกในการลำเลียงขนส่ง ความสวยงามที่ได้จากการใช้กราฟิกสอดสีจึงมีความสำคัญเป็นลำดับรองในกรณีนี้ นอกจากนี้การออกแบบอย่างเหมาะสมสามารถสื่อความหมาย มีเอกลักษณ์และให้ความสวยงามได้ด้วยการใช้สีเพียงสีเดียว 2) ใช้สีเขียวหรือสีส้มเป็นหลัก เพื่อสื่อถึงลูกพลับสดซึ่งประกอบด้วยสีเขียวและสีส้ม 3) ใช้รูปพลับสดหรือโลโก้เป็นหลักของกราฟิก เพื่อสื่อถึงผลผลิตภายใน 4) มีข้อความหลักที่ต้องระบุอย่างครบถ้วนและเหมาะสม เพื่อความสะดวกในการลำเลียงขนส่ง จัดเก็บ และวางจำหน่าย ประกอบด้วย ชื่อสินค้า เกรด ขนาดบรรจุ และ วิธีการเก็บรักษา (ITC, 2001) และ 5)มีความเป็นเอกลักษณ์สอดคล้องกับกราฟิกกล่องขายปลีกที่พัฒนาขึ้น เพื่อเสริมสร้างภาพลักษณ์ของผลผลิตและให้รูปลักษณ์ที่สวยงาม โดดเด่น สะดุดตา พร้อมเสริมผู้บริโภคให้สามารถจดจำตราสินค้าได้แม่นยำขึ้น เพื่อผลในการตัดสินใจซื้อในครั้งต่อไป ผลการพัฒนาตามลำดับขั้น แสดงดัง Figure 2

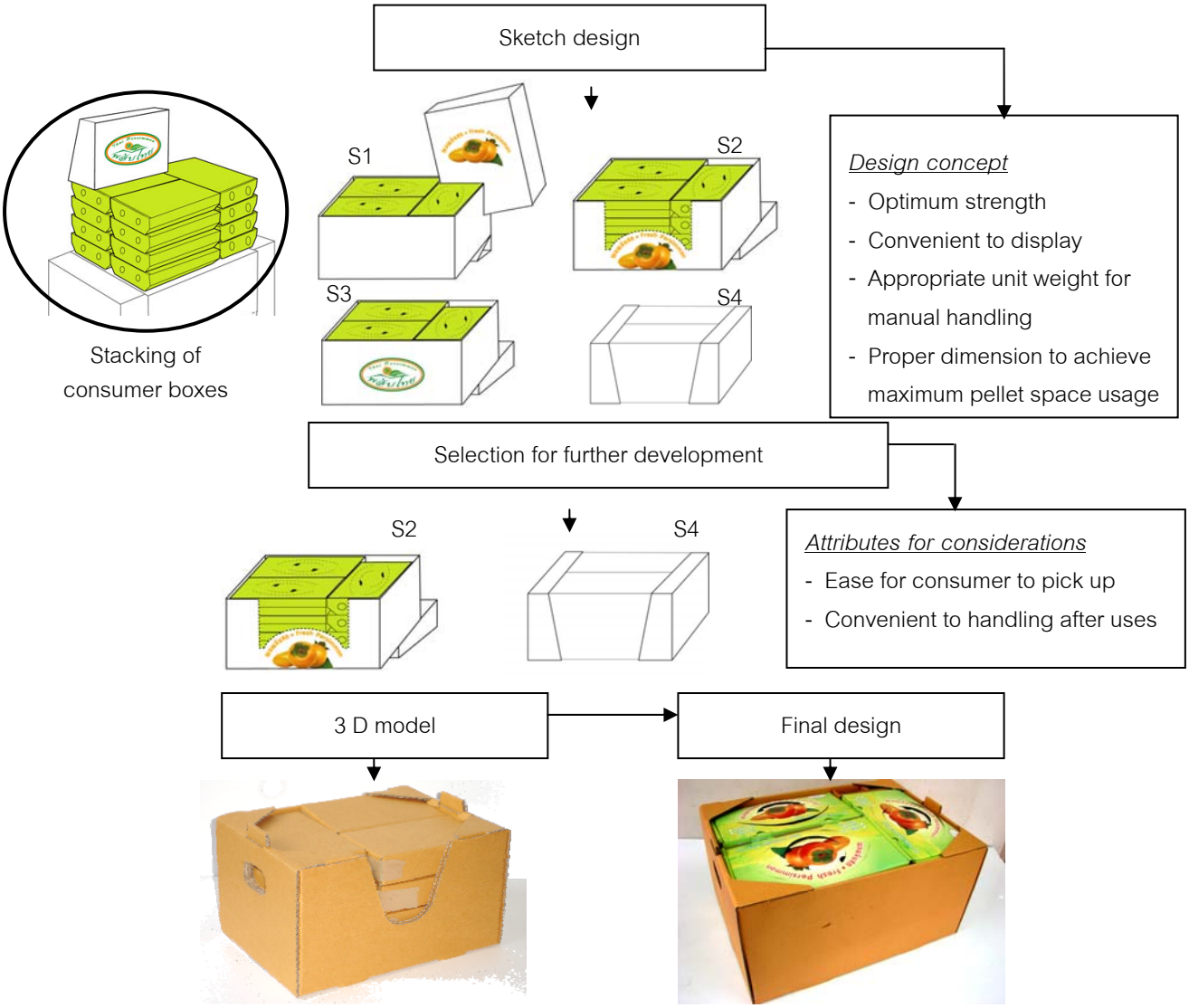


Figure 1 Schematic diagram of structural development of transportation packages for fresh persimmons.

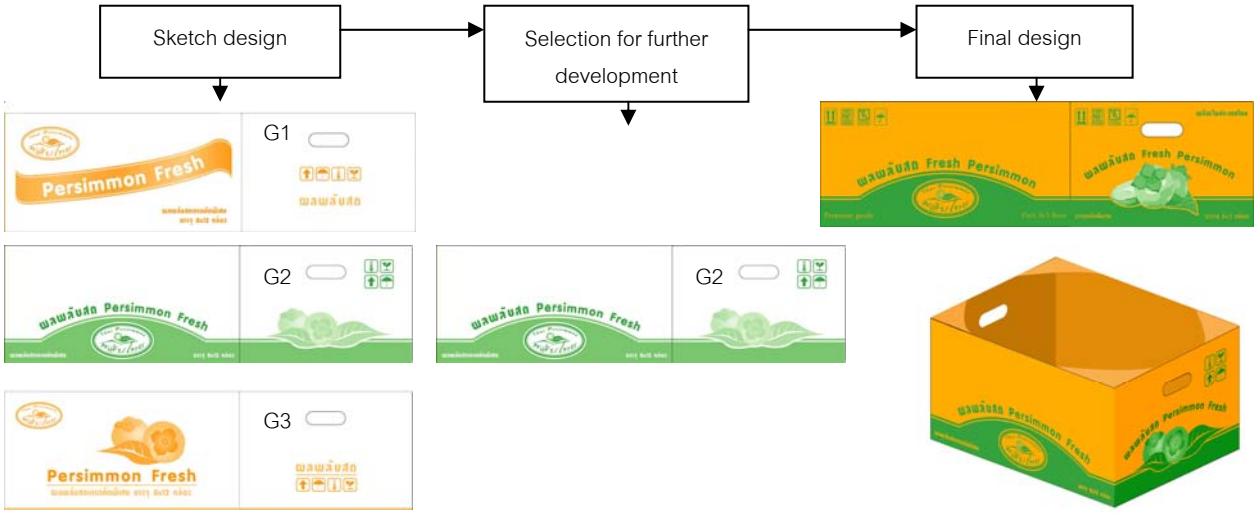


Figure 2 Schematic diagram of graphic design of transport packages for fresh persimmons.

สรุปผล

กล่องขนส่งผลพลับสดที่พัฒนาขึ้นมีความแข็งแรงเพียงพอสำหรับการขนส่งพลับสดจากแปลงปลูกถึงแหล่งขาย ตลอดจนให้ความสะดวกในการวางจำหน่ายจากรูปแบบที่เอื้อต่อการเลือกซื้อและกราฟิกที่ชัดเจนได้มาตรฐาน

เอกสารอ้างอิง

ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป, 2548, การบรรจุภัณฑ์ผักผลไม้สดเพื่อเพิ่มศักยภาพการส่งออก, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง "การบรรจุภัณฑ์ผักผลไม้สดเพื่อเพิ่มศักยภาพการส่งออก" จัดโดย ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, มกราคม 2548, กรุงเทพฯ, 4-1 ถึง 4-21.

วรรณา สุทัศน์ ณ. อยุธยา, 2548, การออกแบบโครงสร้างและกราฟิกกล่องกระดาษลูกฟูก, เอกสารประกอบการสัมมนาเรื่อง "การบรรจุภัณฑ์ผักผลไม้สดเพื่อเพิ่มศักยภาพการส่งออก" จัดโดย ศูนย์การบรรจุหีบห่อไทย, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, มีนาคม 2548, กรุงเทพฯ, 1-132 ถึง 1-149.

ASTM D642-00, 2000, Standard Test Method for Determining Compressive Resistance of Shipping Containers, Components and Unit loads.

Clarke, J. W. and Marcondes, J. A.,1998, What Pallet Manufactures Should Know About Corrugated Boxes!. [Online], Available: http://www.unitload.vt.edu/technote/980918/980918.htm. [Sep/ 18/ 1998].

International Trade Centre (ITC), 2001, Packaging design: A practitioner's manual, Palais des Nations, Geneva, Switzerland, 115.

Tungsangprateep, S., Kulchan, R., Toonkham, W., Tuntawiroon, O., Meaktrong, W., Praditniyakul, B., Maneesin, P. and Sansupa, S., 2006, Development of Consumer Packaging for Fresh Persimmons, Kasetsart, Journal Natural Science, 40: 172-181.

ผลของการใช้น้ำตาลทรายและเกลือต่อการถ่ายเทมวลสารระหว่างวิธีออสโมซิสแตงไทย

Effect of Sucrose and NaCl on Mass Transfer during Osmotic Treatment of Muskmelon (*Cucumis melo* L.)

วรัญญา ค้ำชู[1] และ วิชมณี ยืนยงพุทธกาล[1]
Khamchu, W.[1] and Yuenyongputtakal, W.[1]

Abstract

Muskmelon samples were osmotically treated by immersion in ternary system consisting of sucrose and NaCl solution. A second order central composite design with two variables involving the combinations of sucrose concentration from 30 to 50 g / 100g and NaCl concentration from 0 to 10 g / 100g was used. The mass transfer parameters were experimentally determined by measuring Water Loss (WL) Solid Gain (SG) and Weight Reduction (WR). After 9 h the WL, SG and WR were in range of 37-56%, 6-9% and 30-48%, respectively. The mathematical models for the mass transfer parameters were fitted as a function of osmotic solution concentration by using the regressions analysis. The R^2 (Coefficient of determination) > 0.75, model significance value < 0.05 and RMS (Root Mean Square) < 20 % were used as the criteria to satisfied the model. It was found that the satisfied models were the osmosis time of 6, 7.5 and 9 h for WR and the osmosis time of 4.5,6, 7.5 and 9 h for WL.
Keywords : muskmelon, osmotic treatment, mass transfer

บทคัดย่อ

ศึกษาวิธีออสโมซิสแตงไทยโดยการแช่แตงไทยในสารละลายออสโมติกซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างน้ำตาลทรายและเกลือ จัดแผนการทดลองแบบ Central Composite Design ศึกษาตัวแปร 2 ตัว คือ ความเข้มข้นของน้ำตาลทราย 30-50 กรัม/100 กรัม และความเข้มข้นของเกลือ 0-1 กรัม/100 กรัม คำนวณหาอัตราการถ่ายเทมวลสารในระหว่างการออสโมซิสได้แก่ ค่าการสูญเสียน้ำ (WL) ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น (SG) และน้ำหนักที่ลดลง (WR) พบว่าเมื่อใช้เวลาในการออสโมซิส 9.0 ชั่วโมง ค่า WL SG และ WR อยู่ในช่วงร้อยละ 37-56, 6-9 และ 30-48 ตามลำดับ สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการถ่ายเทมวลสารกับความเข้มข้นของน้ำตาลทรายและเกลือโดยใช้วิธีรีเกรซชัน พบว่าสมการความสัมพันธ์ของค่า WR ที่เวลาในการออสโมซิส 6.0 7.5 และ 9.0 ชั่วโมง และสมการความสัมพันธ์ของค่า WL ที่เวลาในการออสโมซิส 4.5 6.0 7.5 และ 9.0 ชั่วโมง มีความน่าเชื่อถือสำหรับการทำนาย โดยมีค่า R^2 (สัมประสิทธิ์การตัดสินใจ) มากกว่า 0.75 ค่า Model Significance ต่ำกว่า 0.05 และค่า RMS (ความคลาดเคลื่อนของการทำนาย) ต่ำกว่าร้อยละ 20
คำสำคัญ : แตงไทย วิธีออสโมซิส การถ่ายเทมวลสาร

คำนำ

วิธีออสโมซิสอาศัยหลักการเคลื่อนย้ายน้ำบางส่วนออกจากอาหารโดยการแช่ชิ้นอาหารในสารละลายที่มีความเข้มข้นสูงกว่าหรือมีค่าวอเตอร์แอคติวิตี้ (water activity: a_w) ต่ำกว่าอาหารนั้น ความแตกต่างระหว่างความดันออสโมติกของสารละลายกับอาหารทำให้เกิดแรงขับ (driving force) ซึ่งทำให้เกิดการถ่ายเทมวลสารระหว่างสารละลายออสโมติกและอาหาร โดยจะเกิดการแพร่ของน้ำจากชิ้นอาหารผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ไปยังสารละลาย และในขณะเดียวกันจะเกิดการแพร่ของของแข็งจากสารละลายผ่านเยื่อหุ้มเซลล์ไปยังชิ้นอาหาร นอกจากนี้อาจเกิดการแพร่ของสารธรรมชาติ เช่น กรดอินทรีย์ วิตามิน ออกจากเซลล์ในปริมาณเล็กน้อยด้วย (Lerici และคณะ, 1985) มีการนำน้ำตาลทรายและเกลือมาใช้เตรียมเป็นสารละลายออสโมติกอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีข้อดีหลายประการ เช่น มีความสามารถในการละลายสูง ราคาถูก มีประสิทธิภาพที่ดีในการดึงน้ำออกจากชิ้นอาหารและช่วยปรับปรุงรสชาติของอาหารหลังการออสโมซิส (Sachetti และคณะ, 2001) เพื่อให้เข้าใจถึงพฤติกรรมการถ่ายเทมวลสารในการออสโมซิสซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทดลองทำกับแตงไทยและเพื่อใช้เป็นข้อมูลเบื้องต้นในการพัฒนา

[1] ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี, 20131
[1] Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Saensook, Muang, Chonburi, 20131

ผลิตภัณฑ์แตงไทย จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอัตราการถ่ายเทมวลสาร ได้แก่ ค่าการสูญเสียน้ำ ปริมาณของแข็งที่เพิ่มขึ้น และน้ำหนักที่ลดลง ในระหว่างการออสโมซิสแตงไทยในสารละลายผสมระหว่างน้ำตาลทรายและเกลือ

อุปกรณ์และวิธีการ

นำแตงไทยระดับความสุกปานกลาง มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 5±1 องศาบริกซ์ หั่นเป็นชิ้นขนาด 2.5 x 2.5 x 2.5 เซนติเมตร แล้วแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง นำชิ้นแตงไทยมาชั่งน้ำหนัก และหาความชื้นเริ่มต้น จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายออสโมติกซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างน้ำตาลทราย (30-50 กรัม/100 กรัม) และเกลือ (0-1 กรัม/100 กรัม) โดยจัดแผนการทดลองแบบ Central Composite Design ได้ 9 สิ่งทดลอง ดำเนินการทดลอง 3 ซ้ำ แช่ชิ้นแตงไทยในสารละลายออสโมติกในอัตราส่วนระหว่างแตงไทยและสารละลายออสโมติกเป็น 1:10 (โดยน้ำหนัก) เป็นเวลา 1.5 3.0 4.5 6.0 7.5 และ 9.0 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำชิ้นแตงไทยออกจากสารละลายแล้วล้างชิ้นแตงไทยโดยให้น้ำไหลผ่านชิ้นแตงไทยเป็นเวลา 30 วินาที วางพักบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำเป็นเวลา 2 นาที แล้วซับให้แห้งด้วยกระดาษ ชั่งน้ำหนักและหาความชื้นหลังการออสโมซิส คำนวณอัตราการถ่ายเทมวลสารดังนี้

$$\text{ปริมาณน้ำที่สูญเสีย (Water Loss; WL) (ร้อยละ)} = \frac{(W_i M_i - W_f M_f)}{W_i} \times 100$$

$$\text{ของแข็งที่เพิ่มขึ้น (Solid Gain; SG) (ร้อยละ)} = \frac{[(W_f (100 - M_f)/100) - (W_i (100 - M_i)/100)]}{W_i} \times 100$$

$$\text{น้ำหนักที่ลดลง (Weight Reduction; WR) (ร้อยละ)} = \frac{W_i - W_f}{W_i} \times 100$$

เมื่อ W_i คือ น้ำหนักเริ่มต้นของตัวอย่าง (กรัม) W_f คือ น้ำหนักตัวอย่างที่เวลาใด ๆ (กรัม) M_i คือ ปริมาณความชื้นเริ่มต้นของตัวอย่าง (กรัมน้ำ / 100 กรัมน้ำหนักเริ่มต้น) และ M_f คือ ปริมาณความชื้นของตัวอย่างที่เวลาใด ๆ (กรัมน้ำ / 100 กรัมน้ำหนักเริ่มต้น) สร้างสมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการถ่ายเทมวลสาร (Y) กับความเข้มข้นของน้ำตาลทราย (x_1) และเกลือ (x_2) ด้วยวิธีรีเกรสชัน (Regression) โดยโปรแกรม SPSS Version 13 และสร้างกราฟพื้นผิวตอบสนอง (surface plot) โดยใช้โปรแกรม Statistica 5.0 ตามความสัมพันธ์สมการแบบหุ่นกำลังสอง (2nd order polynomial model) ดังนี้

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 + \beta_{12} x_1 x_2$$

ผลและวิจารณ์ผล

จาก Table 1 พบว่าค่าปริมาณน้ำที่สูญเสีย (WL) ของแข็งที่เพิ่มขึ้น (SG) และน้ำหนักที่ลดลง (WR) ของชิ้นแตงไทยเมื่อแช่ในสารละลายผสมระหว่างน้ำตาลทรายและเกลือความเข้มข้นต่างๆ นาน 9 ชั่วโมง มีค่า WL SG และ WR อยู่ในช่วงร้อยละ 37-56 6-9 และ 30-48 ตามลำดับ เมื่อนำค่า WL SG และ WR มาสร้างสมการความสัมพันธ์กับความเข้มข้นของน้ำตาลทรายและเกลือโดยวิธีรีเกรชชัน พบว่ามีสมการที่มีความน่าเชื่อถือสำหรับการทำนายที่เวลาต่างๆ แสดงดังตารางที่ 2 และกราฟพื้นผิวตอบสนองความสัมพันธ์ความเข้มข้นของน้ำตาลทรายและเกลือต่อค่า WL และ WR ที่เวลาในการออสโมซิส 9 ชั่วโมง แสดงดัง Figure 1

พฤติกรรมการถ่ายเทมวลสารระหว่างการออสโมซิสแตงไทยสอดคล้องกับงานวิจัยอื่น กล่าวคือ WL SG และ WR จะมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วในช่วงแรกของการออสโมซิส เนื่องจากเกิดความแตกต่างของแรงดันออสโมซิสภายในชิ้นแตงไทย และสารละลายภายนอกมาก เมื่อเวลาในการออสโมซิสนานขึ้นจะเกิดการสะสมของน้ำที่แพร่ออกมานอกชิ้นแตงไทยมากขึ้นสารละลายจึงมีความเข้มข้นลดลง การถ่ายเทมวลสารจึงลดลง (Lerici และคณะ, 1985) จาก Table 1 SG มีค่าน้อยกว่า WL มาก และไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) แสดงถึงของแข็งที่เพิ่มขึ้นมีปริมาณเพียงเล็กน้อยเมื่อเทียบกับน้ำที่ลดลง น้ำหนักที่ลดลงหลังการออสโมซิสจึงเป็นผลจากการลดลงของน้ำในชิ้นแตงไทย สิ่งทดลองที่มีการใช้น้ำตาลทรายและเกลือความเข้มข้นสูงจะมีค่า WLมาก เนื่องจากมีแรงดันออสโมติกมากและสารละลายมีค่า a_w ต่ำ การถ่ายเทมวลน้ำจึงมีประสิทธิภาพมาก (Sachetti และคณะ, 2001)

Table 1 Variation in sucrose and NaCl concentrations to water loss (WL), solid gain (SG) and weight reduction (WR) at 9 h of immersion time.

Treatment	Sucrose Conc. (g/100g)	NaCl Conc. (g/100g)	WL (%)	SG^{ns} (%)	WR (%)
1	32.91	0.15	37.55^{e}±1.23	6.04±1.70	31.51^{e}±1.55
2	32.91	0.85	44.55^{cd}±1.90	8.61±1.73	35.94^{d}±1.03
3	47.09	0.15	46.97^{bc}±0.78	7.47±0.42	39.50^{b}±0.99
4	47.09	0.85	56.41^{a}±0.80	9.83±0.66	46.58^{a}±0.33
5	30.00	0.50	43.65^{d}±0.79	7.28±0.75	36.37^{cd}±0.72
6	50.00	0.50	56.31^{a}±1.26	8.40±0.58	47.91^{a}±1.84
7	40.00	0.00	39.26^{e}±1.79	8.98±1.29	30.28^{e}±1.22
8	40.00	1.00	49.30^{b}±1.27	8.46±1.39	40.84^{b}±1.48
9	40.00	0.50	48.97^{b}±0.51	8.15±0.83	40.83^{b}±1.12

^{a,b,c,d,e}Difference letters in the same column indicated significant difference. ^{ns} Not significant.

Table 2 Satisfactory equations of WR and WL as function of sucrose (x_1) and NaCl (x_2) concentration.

Time (h)	Equation	R^2	RMS (%)	Model Sig.
4.5	$WL = 7.22-0.54x_1+29.84x_2+9.94e-5x_1^2-15.16x_2^2+0.18x_1x_2$	0.91	1.29	0.012
6	$WL = 52.28-1.29x_1+0.82x_2+0.02x_1^2-18.66x_2^2+0.70x_1x_2$	0.91	4.69	0.011
7.5	$WL = 36.97-0.27x_1+10.28x_2+0.01x_1^2-12.92x_2^2+0.87x_1x_2$	0.97	2.45	0.001
9	$WL = 40.44-0.67x_1+17.64x_2+0.02x_1^2-16.56x_2^2+0.25x_1x_2$	0.99	2.24	0.000
6	$WR = 40.12-0.91x_1+2.48x_2+0.01x_1^2-22.47x_2^2+0.84x_1x_2$	0.84	6.93	0.044
7.5	$WR = 39.51-0.65x_1+17.01x_2+0.01x_1^2-11.26x_2^2+0.97x_1x_2$	0.96	2.65	0.002
9	$WR = 42.89-1.10x_1+17.10x_2+0.02x_1^2-18.38x_2^2+0.27x_1x_2$	0.98	1.73	0.000

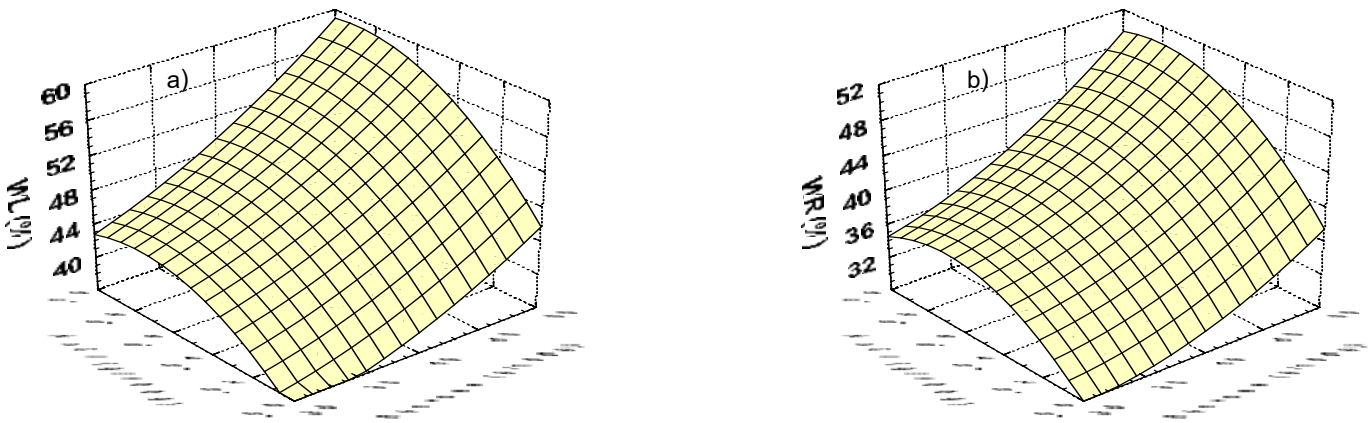


Figure 1 Surface plots for a) WL and b) WR as function of sucrose and NaCl concentration at 9 h of immersion time.

จาก Table 2 ความน่าเชื่อถือของสมการจากพิจารณาจาก ค่า R^2 บ่งบอกถึงสัมประสิทธิ์การตัดสินใจควรมีค่าอย่างน้อย 0.75 ค่า Model Significance บ่งบอกความสัมพันธ์ระหว่างค่า Y และ x ควรมีค่าต่ำกว่าระดับนัยสำคัญ 0.05 และค่า

Root Mean Square (RMS) บ่งบอกความคลาดเคลื่อนของการทำนายจากการใช้สมการควรมีค่าต่ำกว่าร้อยละ 20 (Aleksandar และคณะ, 2007) พบว่าสมการมีแนวโน้มคล้ายกัน ค่า WL และ WR มีความสัมพันธ์เชิงบวกแบบเส้นตรงกับความเข้มข้นของเกลือ มีความสัมพันธ์เชิงบวกแบบกำลังสองกับความเข้มข้นของน้ำตาลทราย และมีความสัมพันธ์เชิงบวกกับปฏิกิริยาสัมพันธ์(interaction) ระหว่างความเข้มข้นของเกลือและน้ำตาลทราย จาก figure 1 พบว่าการใช้น้ำตาลทรายและเกลือความเข้มข้นสูงขึ้นจะทำให้ค่า WL และ WR เพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามการถ่ายเทมวลสารมีผลจากความเข้มข้นของเกลือมากกว่าน้ำตาลทราย การใช้เกลือในปริมาณเพียงเล็กน้อยจะช่วยเพิ่มค่า WL และ WR มากกว่าการใช้น้ำตาลทรายในปริมาณที่เท่ากัน เนื่องจากเกลือมีค่า a_w ต่ำ สามารถเพิ่ม driving force ในการออสโมซิสได้มากกว่านอกจากนี้เกลือมีน้ำหนักโมเลกุลน้อยกว่าน้ำตาลทรายทำให้แทรกผ่านเข้าไปในเนื้อผลไม้ได้ง่ายและลึกกว่าเป็นผลให้เกิดการถ่ายเทมวลน้ำในเซลล์ได้มากขึ้น (Lenart และ Flink, 1984)

สรุปผล

เมื่อใช้เวลาในการออสโมซิสแตงไทย 9 ชั่วโมง ค่า WL SG และ WR อยู่ในช่วงร้อยละ 37-56, 6-9 และ 30-48 ตามลำดับ สมการความสัมพันธ์ระหว่างอัตราการถ่ายเทมวลสารกับความเข้มข้นของน้ำตาลทรายและเกลือที่มีความน่าเชื่อถือสำหรับการทำนายคือ สมการของค่า WR ที่เวลาในการออสโมซิส 6.0 7.5 และ 9.0 ชั่วโมง และสมการของค่า WL ที่เวลาในการออสโมซิส 4.5 6.0 7.5 และ 9.0 ชั่วโมง โดยสามารถนำมาใช้สร้างกราฟพื้นผิวตอบสนองได้

เอกสารอ้างอิง

Aleksandar, J., Juliana, G., Ljubinko, L. and Zoltan, Z., 2007, Osmotic dehydration of sugar beet in combined aqueous solutions of sucrose and sodium chloride, Journal of Food Engineering, 76: 47-51.

Lenart, A. and Flink, J. M.,1984, Osmotic concentration of potato I: Criteria for the end-point of the osmosis process, Journal of Food Technology, 19: 45-63.

Lerici, C. R., Pinnavaia, G., Dalla, R. M. and Bartolucci, L., 1985, Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behaviour and product quality, Journal of Food Science, 50: 1217-1219.

Sacchetti. G., Gianotti, A. and Dalla R. M., 2001, Sucrose-salt combined effect on mass transfer kinetics and product acceptability, Study on apple osmotic treatments, Journal of Food Engineering, 49: 163-173.

กระบวนการผลิตคาราเมลเพื่อให้ได้คาราเมลชนิดที่ 4 ที่มีคุณสมบัติเหมาะสม

Caramelization Process for Appropriate Caramel Class IV Properties

เสาวลักษณ์ วิเศษศรี[1] และ วรนุช ศรีเจษฎารักข์[1]
Wisetsri, S.[1] and Srijesdaruk, V.[1]

Abstract

Caramel is colorant and flavor component used widely in food products as food additive and 90% caramel used in food industries. Caramel class IV 4 as sulfite ammonium. Caramel had produced 70 % from the world wide. For this research we used white sugar to produce caramel by ammonium sulfite reagent 4 level as 0, 11, 13 and 15% base on dry white sugar weight and heated at 170 °C for 60 minutes by completely randomize design. It found that increasing of ammonium sulfite had statistiently difference ($p \leq 0.05$) pH nitrogen content, color intensity and 5-HMF. But solid content and viscosity were not different ($p > 0.05$). Nitrogen content and 5-HMF were increased when ammonium sulfite had increased and from the optimization technigue study of caramel for white sugar, The central composite Design (CCD) was used to design the experiment. According to the design, there were investigate i.e temperature at 170-180° C (A) time 36-53 minutes (B) and ammonium sulfite 8-13%(C), and there were total 17 treatments. The model equation of the nitrogen content was 1.34 +(0.24* B) +(0.098* C)-(0.14* B^2) and for quality analysis as standard caramel , high 5-HMF content and least ammonium sulfite used condition as temperature 176°C for 49 minutes and ammonium sulfite concentration of 9.91%

Keywords : caramel, 5-HMF, ammonium sulfite

บทคัดย่อ

คาราเมล (caramel) เป็นสารให้สี และกลิ่นแก่ผลิตภัณฑ์อาหารอย่างกว้างขวางจัดเป็นวัตถุปรุงแต่งอาหาร และคาราเมลประมาณ 90% นั้นใช้ในอุตสาหกรรมอาหารโดย Caramel class IV คือ Sulfite Ammonia Caramel มีการผลิตประมาณ 70 % ของคาราเมลทั้งหมดทั่วโลก สำหรับงานวิจัยนี้ใช้น้ำตาลทรายขาวเป็นวัตถุดิบในการผลิตคาราเมลโดยมีการใช้สารแอมโนเนียม ซัลไฟท์ 4 ระดับ คือ 0, 11, 13 และ 15%(น้ำหนัก/น้ำหนักน้ำตาลทรายขาวแห้ง) ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design พบว่าเมื่อสารแอมโนเนียมซัลไฟท์เพิ่มขึ้น ค่าpH ปริมาณไนโตรเจน ความเข้มของสี และ 5-HMF มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95($p \leq 0.05$) แต่ปริมาณของแข็ง ความหนืดไม่มีความแตกต่างกัน ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณไนโตรเจน และ 5-HMF มีค่ามากขึ้นเมื่อปริมาณสารแอมโนเนียมซัลไฟท์เพิ่มมากขึ้น และจากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคาราเมลของน้ำตาลทรายขาวโดยการออกแบบ Central Composite Design (CCD) โดยใช้อุณหภูมิช่วง 170-180 องศาเซลเซียส (A)เวลาช่วง 36 – 53 นาที (B) และความเข้มข้นของแอมโนเนียมซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 8 - 13% (C) มีจำนวนการทดลองทั้งหมด17การทดลองพบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคาราเมลของน้ำตาลทรายขาวมีปริมาณไนโตรเจนเท่านั้นที่สามารถวิเคราะห์โมเดลได้ คือปริมาณไนโตรเจน = 1.34+(0.24* B) +(0.098* C)-(0.14 * B^2)และจากการวิเคราะห์คุณภาพพบว่าคาราเมลที่ผลิตได้มาตรฐาน ให้ปริมาณกลิ่น 5-HMFมากและใช้แอมโนเนียมซัลไฟท์น้อยที่สุด คือสภาวะการผลิตคาราเมลที่อุณหภูมิ 176 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 49 นาที และแอมโนเนียมซัลไฟท์เข้มข้น 9.91 %

คำสำคัญ : คาราเมล 5-HMF แอมโนเนียมซัลไฟท์

คำนำ

คาราเมล (caramel) ใช้เป็นสารให้สีและกลิ่นแก่ผลิตภัณฑ์อาหารอย่างกว้างขวาง ใช้คาราเมลเป็นสารเจือปนในอาหาร (food colour additives) และคาราเมลประมาณ 90% นั้นใช้ในอุตสาหกรรมอาหาร (MAFF,1993) ซึ่งในการผลิต

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น 40002
[1] Department of Food Technology, Faculty of Technology , Khon Kean University , 40002

คาราเมลนั้นมีหลายวิธีและสามารถผลิตคาราเมลทั้งหมดมี 4 ชนิดที่มีคุณสมบัติแตกต่างกันออกไปซึ่งเหมาะสมต่อการนำไปใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลาย มากกว่า 80%โดยน้ำหนักของสีผสมอาหารทั้งหมดที่เติมในอาหารและเครื่องดื่มใช้คาราเมล และทุกๆปีทั่วโลกบริโภคคาราเมลมากกว่า 200,000 ตัน (Kamuf และคณะ, 2003) Caramel class IV คือ Sulfite Ammomnia Caramel มีการผลิตประมาณ 70% ของคาราเมลทั้งหมดทั่วโลก (Licht และคณะ, 1992) และสามารถใช้ในผลิตภัณฑ์อาหารที่หลากหลายเพราะมีความคงตัวของสีได้ดีและเนื่องจากว่ามีการใช้สาร reactant จึงทำให้ใช้อุณหภูมิในการผลิตไม่สูงจึงช่วยลดพลังงานที่ใช้ การผลิตคาราเมลมี ปฏิกิริยาที่เกี่ยวข้อง 2 ชนิด คือ Maillard reaction เกิดจากกลุ่ม aldehydes และ ketone ทำปฏิกิริยากับสารประกอบไนโตรเจน และ Caramelization เป็นปฏิกิริยาที่น้ำตาลจะเกิดการ dehydration จากนั้นเกิดการ condensation หรือ polymerization กลายเป็นโมเลกุลที่ซับซ้อนของมวลโมเลกุลที่หลากหลาย (Kamuf และคณะ, 2003)ซึ่งกระบวนการผลิตคาราเมล มีความแตกต่างกันปัจจัยสำคัญ คือ วัตถุดิบ สารทำปฏิกิริยา บรรยากาศ อุณหภูมิ และเวลาทำให้ได้สีและกลิ่นหอมระเหยที่แตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาหาความเข้มข้นของสารแอมโนเนียม ซัลไฟท์

วัตถุดิบที่ใช้ในการศึกษา คือ น้ำตาลทรายขาววิเคราะห์หาความชื้นโดยวิธี Vacuum drying ที่ 60 องศาเซลเซียส การผลิตคาราเมลใช้น้ำตาลทรายขาวมาผ่านกระบวนการให้ความร้อนที่อุณหภูมิ170องศาเซลเซียส เวลา 60 นาที ใช้สารแอมโนเนียมซัลไฟท์ 4 ระดับคือ 0,13 และ15%(น้ำหนัก/น้ำหนักน้ำตาลทรายแห้ง)โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design) มีการตรวจสอบคุณสมบัติคาราเมลด้านปริมาณของแข็ง pH ปริมาณไนโตรเจน ความเข้มของสี โดยใช้เครื่อง spectrophotometer ความหนืดโดยใช้เครื่อง Brookfield analyzer และ 5-Hydroxymethyl-2-furfural(5-HMF)โดยใช้เครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) การวิเคราะห์โดยใช้คอลัมน์ Novapak^{R}C18(3.9x150 mm) ขนาด packing material 4 μm UV Detector ที่ความยาวคลื่น 271 nm Flow rate:0.5 ml/min. Mobile phase:Methanol 0-10% & Deionized Water condition:gradient คัดเลือกระดับความเข้มข้นสารแอมโนเนียม ซัลไฟท์ที่สามารถเกิดคาราเมลได้และมีกลิ่นของ 5-HMF

ศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคาราเมล (Sulfite Ammomnia Caramel) ชนิดที่ 4

โดยใช้น้ำตาลทรายขาว 150 กรัม ใช้อุณหภูมิในการเคี่ยวที่ 170-180 องศาเซลเซียส(A) เป็นเวลา 36-53 นาที (B) สารแอมโมเนียมซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 9 - 11% (w/w) (C) ออกแบบการทดลองแบบ CCD (Central Composite Design) ทดลองซ้ำจุดตรงกลาง 3 ซ้ำจะได้จำนวนการทดลอง ทั้งหมด 17 การทดลอง คัดเลือกสภาวะการทดลองจากการวิเคราะห์แบบ Response surface methodology(RSM)ด้วยโปรแกรมสำเร็จรูป Design Expert Version 5 เพื่อหาค่าสูงสุดของการทดลองจากสมการ

$$Y = \beta_0 + \beta_A A + \beta_B B + \beta_C C + \beta_{AA} A^2 + \beta_{BB} B^2 + \beta_{CC} C^2 + \beta_{AB} AB + \beta_{AC} AC + \beta_{BC} BC$$

A = อุณหภูมิ (องศาเซลเซียส)

B = เวลา (นาที)

C = ความเข้มข้นของสารแอมโมเนียมซัลไฟท์ (%)

Y = คุณสมบัติของคาราเมล

วิเคราะห์คุณสมบัติของคาราเมล (ปริมาณของแข็ง pH ปริมาณไนโตรเจน ความเข้มของสี และ5-HMF) ของคาราเมลที่ผลิตได้ทั้ง 17 การทดลอง โดยคัดเลือกสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคาราเมลที่ได้มาตรฐานและปริมาณกลิ่น 5-HMF มีค่าสูงที่สุด

ผล

ผลการศึกษาความเข้มข้นของสารแอมโนเนียมซัลไฟท์ในการผลิตคาราเมลชนิดที่ 4 จากน้ำตาลทรายขาวต่อคุณภาพคาราเมลดัง Table 1 พบว่าเมื่อสารแอมโนเนียมซัลไฟท์เพิ่มขึ้นค่า pH ปริมาณไนโตรเจน ความเข้มของสี และ 5-HMF มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) แต่ปริมาณของแข็ง และความหนืดไม่ความแตกต่างกัน ($p > 0.05$)โดยมีปริมาณไนโตรเจน และ5-HMF มีค่ามากขึ้นเมื่อปริมาณสารแอมโนเนียมซัลไฟท์เพิ่มมากขึ้น ดัง Table 1 จากการวิเคราะห์คุณสมบัติคาราเมลด้าน pH ปริมาณไนโตรเจน ความเข้มของสี ความหนืดและ 5-HMF จากการวิเคราะห์ทางสถิติแบบ CCD พบว่ามีเฉพาะปริมาณไนโตรเจนที่สามารถสร้างสมการแบบจำลองการผลิตคาราเมลชนิดที่ 4 จากน้ำตาลทรายขาว

โดยพบว่ามีค่า Prob > F 0.0034 Lack of fit เท่ากับ 0.0948 ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 มีค่า Coefficient of dertermination (R^2) เป็น 0.925 หมายความว่า เมื่อใช้สมการดังกล่าวอธิบายร้อยละปริมาณไนโตรเจนของคาราเมลได้ร้อยละ 92.5 และเมื่อพิจารณาระดับนัยสำคัญของแบบจำลองพบว่ามีระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 และสามารถเขียนแบบจำลอง Response surface แสดงค่าดัง Figure 1

Table 1 Effect of ammonium sulfite concentration on caramel IV properties.

Condition of process			Properties of Caramel IV					
Temperature (°C)	Time (min)	Concentration of ammonium sulfite(%)	% Solid content	pH	% Nitrogen	Colour Intensity	Viscosity (cps)	5-HMF (ppm/1g)
170	60	0	$69.250^{a} \pm 0.54$	$9.795^{c} \pm 0.03$	$0.000^{a} \pm 0.00$	$0.000^{a} \pm 0.00$	$310.00^{a} \pm 10.00$	$0.000^{a} \pm 0.00$
170	60	11	$72.754^{a} \pm 1.18$	$3.175^{ab} \pm 0.09$	$1.419^{b} \pm 0.01$	$0.138^{b} \pm 0.03$	$310.00^{a} \pm 10.00$	$500.302^{b} \pm 8.50$
170	60	13	$70.613^{a} \pm 0.15$	$3.225^{b} \pm 0.06$	$1.920^{c} \pm 0.13$	$0.137^{b} \pm 0.00$	$290.00^{a} \pm 10.00$	$813.397^{c} \pm 6.91$
170	60	15	$71.224^{a} \pm 1.28$	$2.840^{a} \pm 0.14$	$2.040^{c} \pm 0.06$	$0.128^{b} \pm 1.28$	$360.00^{b} \pm 0.14$	$885.220^{d} \pm 0.06$

[a,b,c,d] Mean with difference superscripts in the same columns are significantly different ($p \leq 0.05$)

$$\text{Nitrogen content} = 1.34 + (0.24 * B) + (0.098 * C) - (0.14 * B^2)$$

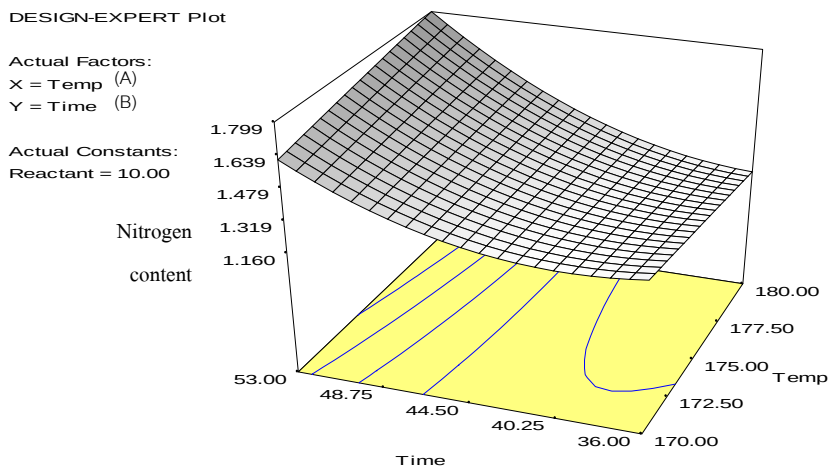


Figure 1 Response surface plot showing effect of temperature and time on nitrogen content.

Table 2 Properties of Caramel IV from Response Surface Method.

Condition of process			Properties of Caramel IV				
Temperature (°C)	Time (min)	Reactant (%)	% Solid content	pH	Nitrogen content	Colour Intensity	Viscosity (cps)
176	49	9.91	$70.46^{a} \pm 0.32$	$3.53^{b} \pm 0.03$	$1.18^{a} \pm 0.00$	$0.12^{a} \pm 0.00$	$140^{a} \pm 14.14$
176	47	9.78	$70.52^{a} \pm 0.00$	$3.55^{b} \pm 0.01$	$1.23^{a} \pm 0.04$	$0.13^{a} \pm 0.00$	$155^{a} \pm 7.07$
175	50	10.00	$70.64^{a} \pm 0.44$	$3.38^{a} \pm 0.01$	$1.26^{a} \pm 0.01$	$0.17^{b} \pm 0.00$	$220^{b} \pm 14.14$

[a,b,c,d] Mean with difference superscripts in the same columns are significantly different ($p \leq 0.05$)

Table 2 Properties of Caramel IV from Response Surface Method (continued).

Condition of process			Properties of Caramel IV				
Temperature (°C)	Time (min)	Reactant (%)	Density	5-HMF (ppm/g)	Sulfur dioxide (ppm)	4MeI (ppm)	Ammonical Nitrogen (%)
176	49	9.91	$1.42^{a} \pm 0.00$	$694.48^{a} \pm 5.45$	$466.80^{b} \pm 2.23$	$7.29^{a} \pm 0.18$	$0.035^{a} \pm 0.001$
176	47	9.78	$1.42^{a} \pm 0.00$	$680.87^{a} \pm 2.14$	$484.73^{c} \pm 0.96$	$6.86^{a} \pm 0.73$	$0.036^{a} \pm 0.003$
175	50	10.00	$1.41^{a} \pm 0.00$	$735.02^{b} \pm 0.31$	$409.45^{a} \pm 1.59$	$21.43^{b} \pm 0.88$	$0.042^{a} \pm 0.010$

^{a,b,c} Mean with difference superscripts in the same columns are significantly different ($p \leq 0.05$)

ดังนั้นปรับสภาวะโดยใช้สมการแบบจำลองของปริมาณไนโตรเจน ได้สภาวะทั้งหมด 3 สภาวะและผลการวิเคราะห์คุณภาพของคาราเมลที่ได้ ดัง Table 2

จากทั้ง 3 สภาวะพบว่ามีค่า Sulfur dioxide อยู่ในค่ามาตรฐานคือไม่เกิน 50,000 ppm (Kamuf และคณะ, 2003) และค่า 4-Methylimidazole ไม่เกิน 250 ppm (Kamuf และคณะ, 2003) และมีปริมาณ 5-HMF สูงสุดและใช้ปริมาณแอมโนเนียมซัลไฟท์ต่ำคือสภาวะการผลิตคาราเมลที่อุณหภูมิ 176องศาเซลเซียสเวลา 49 นาที ความเข้มข้นของแอมโนเนียมซัลไฟท์ 9.91 %

วิจารณ์ผล

การผลิตคาราเมลโดยมีการใช้สารแอมโนเนียมซัลไฟท์ 4 ระดับ คือ 0, 11, 13 และ 15% (น้ำหนัก/น้ำหนักน้ำตาลทรายขาวแห้ง)ให้ความร้อนที่อุณหภูมิ 170 องศาเซลเซียสเวลา 60 นาที โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Random Design) พบว่าเมื่อสารแอมโนเนียมซัลไฟท์เพิ่มขึ้น ค่า pH ปริมาณไนโตรเจน ความเข้มของสี และ5-HMF มีความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 ($p \leq 0.05$) แต่ปริมาณของแข็ง ความหนืดไม่ความแตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ95 ($p > 0.05$) โดยมีปริมาณไนโตรเจน และ 5-HMF มีค่ามากขึ้นเมื่อปริมาณสารแอมโมเนียมซัลไฟท์เพิ่มมากขึ้นเนื่องจากการเกิดปฏิกิริยา Maillard reaction จะเกิดกับน้ำตาล aldehydes และ ketone ทำปฏิกิริยากับสารประกอบไนโตรเจน (nitrogen-containing compound) เช่น amines และโปรตีนเพื่อสร้างเม็ดสีน้ำตาลที่รู้จัก คือ melanins (Kamuf และคณะ, 2003) จากการศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคาราเมลของน้ำตาลทรายขาวโดยการออกแบบ Central Composite Design (CCD) โดยใช้อุณหภูมิช่วง170 -180 องศาเซลเซียส(A) เวลาช่วง 36 – 53 นาที (B) และความเข้มข้นของแอมโนเนียมซัลไฟท์ที่ความเข้มข้น 9-11%(C) มีจำนวนการทดลองทั้งหมด 17 การทดลอง พบว่าสภาวะที่เหมาะสมในการผลิตคาราเมลของน้ำตาลทรายขาวมีปริมาณไนโตรเจนเท่านั้นที่สามารถวิเคราะห์แบบจำลองได้คือปริมาณไนโตรเจน = $1.34 + (0.24^{*} B) + (0.098^{*} C) - (0.14^{*} B^{2})$ จากสมการมีค่า Lack of fit 0.0948 และ Coefficient of dertermination (R^2) เป็น 0.925 สามารถสร้างสมการอธิบายความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนกับปัจจัยการทดลองได้

สรุปผล

การผลิตคาราเมลชนิดที่ 4 พบว่าปริมาณไนโตรเจนจากสารแอมโมเนียมซัลไฟท์มีผลต่อการเกิดสีของคาราเมล และจากการวิเคราะห์คุณภาพพบว่าคาราเมลที่ผลิตได้มาตรฐาน คือ สภาวะการผลิตคาราเมลที่อุณหภูมิ 176 องศาเซลเซียส เวลา 49 นาที แอมโนเนียมซัลไฟท์เข้มข้น 9.91 %

เอกสารอ้างอิง

Kamuf, W., Nixon, A., Parker, O., Barnum, G.C., 2003, Overview of Caramel Colours, Cereal Foods World, March-April, 48(2): 64-69.

Licht, B. H., Shaw, K., Smith, C., Mendoza, M., Orr, J. and Myers, D. V., 1992, Characterization of Caramel Colours IV, Food and Chemical Toxicology, 30: 365-373.

MAFF., 1993, Dietary ntake of food-additives in the UK: initial surveillance, Food Surveillance Paper, No. 37, HMSO, London.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl): 99-102 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 99-102 (2550)

การเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดินในระบบเกษตรอินทรีย์

Soil Quality Variables in Organically Agriculture

ศศิกานต์ เกิดแสงสุริยงค์ [1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์ [1]
Kerdsangsuriyong, S.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

The changes of soil quality variables for 0-5 years in organically agriculture of asparagus were studied. Organic matter (OM) of organically soil was increased after longer duration of organic management. In addition to increasing of OM, soil porosity, CEC (cation exchange capacity) and nitrate contents in organic farms were higher than in the conventional one whereas soil bulk density and pH of organic farms were declining or more acidity. However, mineral (Macronutrient element) contents (N, P and K) of organically managed asparagus fields were higher than conventional farming. The changes of soil quality resulted in the change of nutrient quality of organic fresh asparagus were increased by duration of organic management. However, contents of nitrate, nitrite and pesticide residue of inorganic asparagus were accumulated at higher amount compared with the organic ones.

Keywords : asparagus, organic farming, quality changes, soil quality

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งในระบบเกษตรอินทรีย์ที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่ง พบว่าปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินเพิ่มมากขึ้น เมื่อระยะเวลาการปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์นานขึ้น และการที่ปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงขึ้น ทำให้ความพรุน CEC (cation exchange capacity) และปริมาณไนเตรตในดินเพิ่มขึ้น แต่ความหนาแน่นของดินและพีเอชของดินลดลง อย่างไรก็ตามการปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ทำให้ดินมีปริมาณธาตุอาหารหลัก (N, P และ K) มากกว่าระบบเกษตรเคมี ซึ่งการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติเหล่านี้ของดิน ทำให้หน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์มีคุณค่าทางอาหารสูงกว่าหน่อไม้ฝรั่งเคมี อย่างไรก็ตามพบว่าหน่อไม้ฝรั่งเคมีมีการสะสมไนเตรต ไนไตรต์และสารตกค้างสูงกว่าหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์

คำสำคัญ : การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ, เกษตรอินทรีย์, คุณภาพดิน, หน่อไม้ฝรั่ง

คำนำ

การผลิตหน่อไม้ฝรั่ง (*Asparagus officinalis*) ของไทยส่วนใหญ่ผลิตเพื่อการส่งออก และมีแนวโน้มเพิ่มขึ้นทุกปี ซึ่งความต้องการของตลาดเน้นหน่อไม้ฝรั่งที่มีคุณภาพ รวมทั้งปลอดภัยจากสารตกค้างในผลผลิต (food safety) การผลิตหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์จึงเป็นทางเลือกหนึ่งในการผลิตหน่อไม้ฝรั่งสำหรับการส่งออก แต่การผลิตมักถูกจำกัดจากพื้นที่การผลิต การตลาด และโดยเฉพาะระบบการผลิต เช่น การจัดการปรับปรุงบำรุงดินโดยใช้อินทรีย์วัตถุ และคุณภาพของหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ ซึ่งยังไม่มีงานวิจัยสนับสนุน ดังนั้นการวิจัยนี้เน้นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางเคมี และฟิสิกส์ของดินหลังการปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ เป็นระยะเวลา 0-5 ปี (0 ปีหน่อไม้ฝรั่งเคมี) รวมทั้งศึกษาอิทธิพลของการจัดการดินต่อคุณค่าทางอาหาร และปริมาณสารตกค้างในหน่อไม้ฝรั่งหลังการเก็บเกี่ยว เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการผลิตหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ และพืชผักอินทรีย์ชนิดอื่นของไทยต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างดินและหน่อไม้ฝรั่ง จากเกษตรกรผู้ปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์อำเภออรัญประเทศและคลองหาด จังหวัดสระแก้วเป็นระยะเวลา 1 – 5 ปี และจากเกษตรกรที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งเคมี ในอำเภอกำแพงแสน จังหวัดนครปฐม นำมาวิเคราะห์คุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีของดิน ได้แก่ ความชื้น (โดย Moisture Analyzer) ความหนาแน่นรวม ความพรุน (Brown และ

[1] คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1] School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein Bangkok 10150

Pokorny, 1975) pH (โดย pH meter) cation exchange capacity (CEC) (โดยวิธี Leaching) อินทรีย์วัตถุ (โดยวิธี Walkley-Black) ไนโตรเจน (โดยวิธี Kjeldahl's Method) ฟอสฟอรัส (โดยวิธี Bray II) โพแทสเซียม(โดย Potassium Ion Electrode) และไนเตรต (ประยุกต์มาจากลักขณา, 2540) สำหรับคุณสมบัติทางเคมีของหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ ได้แก่ ความชื้น pH โปรตีน ไขมัน(โดยวิธี Soxhlet) ฟอสฟอรัส (Vanadomalybdophosphoric Acid Colorimeteric Method) โพแทสเซียม (โดย Potassium Ion Electrode) น้ำตาลรวม (Duo Lin และคณะ, 2003) Total soluble solids (TSS) (โดย hand refractrometer) วิตามินซี (AOAC, 1990) ฟีนอลิก (โดยวิธี Folin-Ciocalteau Phenol Test) ไนเตรตและไนไตรต์(ประยุกต์มาจากลักขณา, 2540) และสารเคมีกำจัดศัตรูพืชที่ตกค้าง (โดยวิธี Rapid Bioassay Pesticide Residue) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) และ Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม SAS (1991)

ผลและวิจารณ์ผล

1. การเปลี่ยนแปลงคุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีของดิน

ดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์มีความชื้น และความพรุนมากกว่าดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งเคมี ซึ่งความชื้นและความพรุนของดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์มีแนวโน้มเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ แต่ความหนาแน่นรวมของดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ต่ำกว่าดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งเคมี และมีแนวโน้มลดลงตามระยะเวลาที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ เมื่อทำเกษตรอินทรีย์เป็นระยะเวลานาน มีการสลายตัวของอินทรีย์วัตถุมากขึ้น (Figure 1a) สำหรับการเปลี่ยนแปลงพีเอช และ CEC ของดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ พบว่า พีเอชเป็นกรดมากขึ้น และ CEC สูงขึ้น เมื่อมีการปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ระยะเวลานานขึ้น ทั้งนี้เนื่องจากในดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์มีปริมาณอินทรียวัตถุที่สูงขึ้น และมีการสลายตัวของอินทรียวัตถุเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาในการทำเกษตรอินทรีย์ (Figure 1b) (Wong และคณะ, 1999, คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535) นอกจากนี้ยังพบว่าในดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์มีปริมาณธาตุอาหาร ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส และโพแทสเซียมสูงกว่าดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งเคมี และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่ง เนื่องจากดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์มีปริมาณอินทรีย์วัตถุสูงกว่าดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งเคมีจึงทำให้มีปริมาณไนเตรตสะสมสูงกว่าดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งเคมี (Marinari และคณะ, 2006) ซึ่งเห็นได้ว่าดินที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นจะมีความอุดมสมบูรณ์ในดินเพิ่มมากขึ้น

2. คุณสมบัติทางเคมีของหน่อไม้ฝรั่ง

ความชื้นและค่าพีเอชในหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ที่ปลูกเป็นระยะเวลา 0-5 ปีไม่แตกต่างกัน แต่พบว่าหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์มีปริมาณสารอาหาร ได้แก่ โปรตีน ไขมัน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม วิตามินซี น้ำตาลรวม สารฟีนอลิกที่สูงกว่าในหน่อไม้ฝรั่งเคมี และพบว่าสารอาหารส่วนใหญ่ในหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์มีปริมาณที่สูงขึ้นเมื่อระยะเวลาในการทำเกษตรอินทรีย์นานมากขึ้น ปริมาณไนเตรตและไนไตรต์ของหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ มีน้อยกว่าหน่อไม้ฝรั่งเคมี แต่การสะสมของไนไตรต์ในหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ต่ำมาก (Figure 2) อาจเนื่องมาจากไนเตรตยังไม่ถูกรีดิวซ์เป็นไนไตรต์โดยกระบวนการไนเตรตรีดักชัน (nitrate reduction) นอกจากนี้ Shalaby และคณะ (2004) ได้อธิบายว่าการที่หน่อไม้ฝรั่งมีปริมาณไนเตรตและไนไตรต์ที่แตกต่างกัน เนื่องคุณสมบัติของดินที่ใช้ปลูกนั้นแตกต่างกัน โดยปริมาณไนเตรตและไนไตรต์ที่พบมีความเกี่ยวข้องกับธาตุไนโตรเจนโดยตรง ซึ่งไนโตรเจนจะถูกเปลี่ยนให้อยู่ในรูปของไนเตรตหรือแอมโมเนียม (วารุณี, 2542) ส่วนการที่หน่อไม้ฝรั่งเคมีมีปริมาณไนเตรตมากเนื่องมาจากการใช้สารเคมีโดยเฉพาะการใส่ปุ๋ยไนโตรเจนที่มากเกินไป ส่งผลให้เกิดการสะสมในหน่อไม้ฝรั่ง สำหรับสารตกค้างที่เกิดจากสารเคมีกำจัดศัตรูพืชไม่พบในหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ แต่พบหน่อไม้ฝรั่งเคมี (Figure 3)

3. ความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางฟิสิกส์เคมีของดินและคุณสมบัติทางเคมีของหน่อไม้ฝรั่ง

เมื่อปริมาณอินทรีย์วัตถุในดินสูงขึ้น ทำให้มีปริมาณธาตุอาหาร N P K ในดินเพิ่มขึ้น ซึ่งส่งผลต่อปริมาณโปรตีน ฟอสฟอรัสและโพแทสเซียมในหน่อไม้ฝรั่งเพิ่มขึ้นเช่นกัน โดยพบว่าธาตุอาหารในดินมีความสัมพันธ์กับปริมาณสารอาหารในหน่อไม้ฝรั่ง โดยความสัมพันธ์ระหว่างปริมาณไนโตรเจนในดินกับปริมาณโปรตีน Total soluble solids (TSS) และน้ำตาลรวมในหน่อไม้ฝรั่งมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.513, 0.739 และ 0.946 ตามลำดับ (Figure 4) เนื่องจากปริมาณธาตุอาหารในพืชสะท้อนให้เห็นถึงปริมาณที่พืชได้รับธาตุอาหารจากดินที่ปลูก (ทัศนีย์ และ จงรักษ์, 2527)

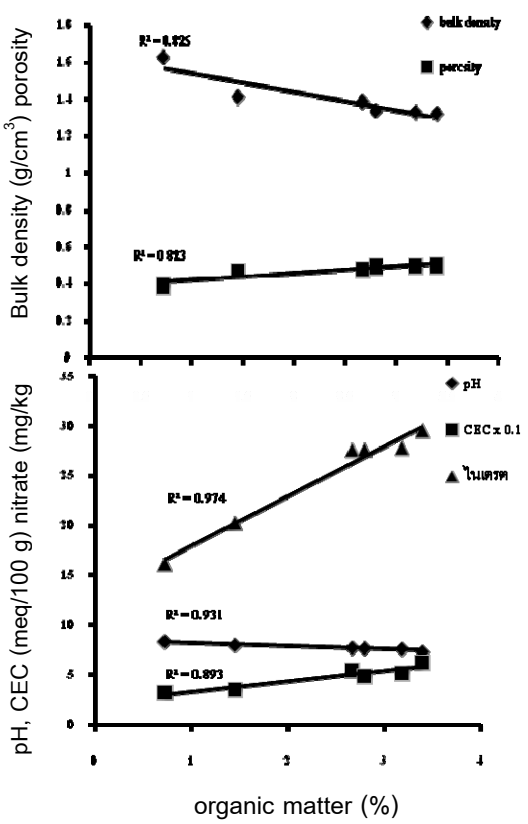


Figure 1 Relationship between organic matters and a) bulk density and porosity b) pH CEC and nitrate contents of organically soil 0 – 5 years.

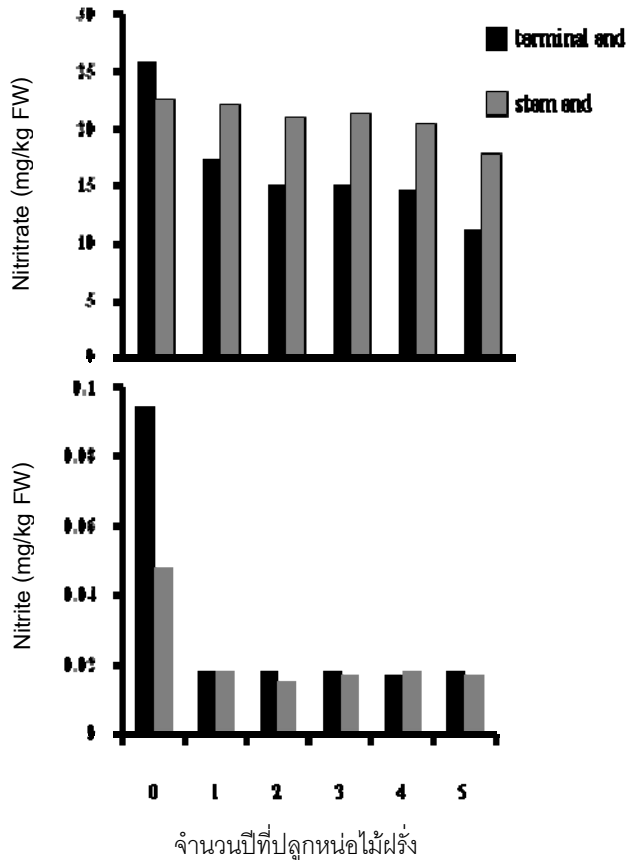


Figure 2 a) Nitrate and b) nitrite contents in organic asparagus 0 – 5 years.

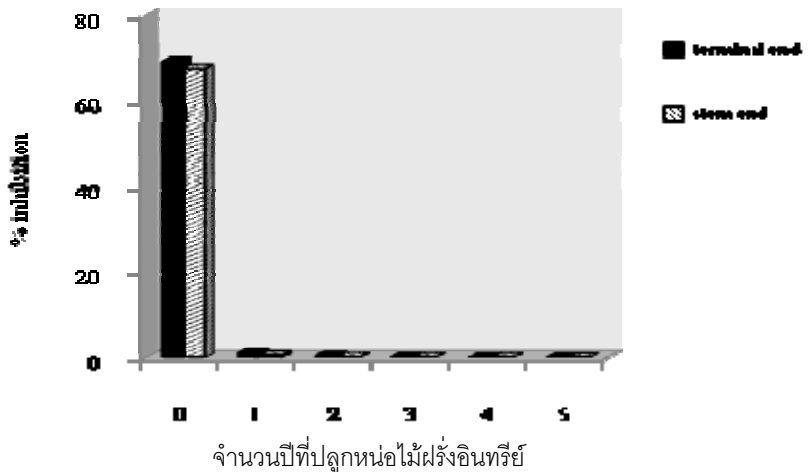


Figure 3 Pesticide residues of organic asparagus 0 – 5 years.

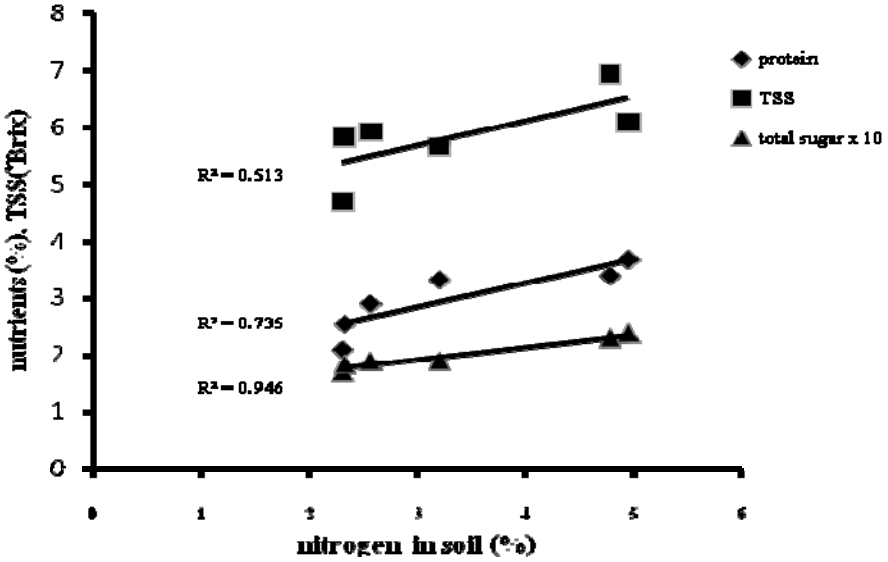


Figure 4 Relationship between nitrogen in soil and protein TSS and sugar in organic asparagus 0 – 5 years.

สรุปผล

ในการปลูกหน่อไม้ฝรั่งโดยใช้ระบบเกษตรอินทรีย์เป็นการจัดการธาตุอาหารให้แก่หน่อไม้ฝรั่งโดยการใช้อินทรียวัตถุ ซึ่งช่วยปรับปรุงคุณสมบัติทางฟิสิกส์ของดินและบำรุงดินให้มีความอุดมสมบูรณ์เพิ่มมากขึ้น โดยเพิ่มปริมาณน้ำในดินและเพิ่มความพรุนในดินทำให้ดินร่วนขึ้น อีกทั้งทำให้ความหนาแน่นรวมของดินลดลง ซึ่งมีผลต่อการดูดธาตุอาหาร การเจริญเติบโตและผลผลิตของหน่อไม้ฝรั่ง โดยสารอาหารส่วนใหญ่ของหน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์มากกว่าหน่อไม้ฝรั่งเคมี และมีแนวโน้มเพิ่มมากขึ้นตามระยะเวลาที่ปลูกหน่อไม้ฝรั่งด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ นอกจากนี้หน่อไม้ฝรั่งอินทรีย์ยังไม่พบสารตกค้างในผลผลิต

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัยที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ภายใต้โครงการทุนวิจัยมหาบัณฑิต สกว. สาขาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี ประจำปี 2548

เอกสารอ้างอิง

คณาจารย์ภาควิชาปฐพีวิทยา, 2535, ปฐพีวิทยาเบื้องต้น, กรุงเทพมหานคร, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 528 หน้า.

ทัศนีย์ อัตตะนันท์ และ จงรักษ์ จันทร์เจริญสุข, 2527, แบบฝึกหัดและคู่มือปฏิบัติการการวิเคราะห์ดินและพืช, กรุงเทพมหานคร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 63 หน้า.

ลักขณา อมรสิน, 2540, การศึกษาปริมาณและการเปลี่ยนแปลงของไนเตรตและไนไตรต์ในผักกาด ผักคะน้า ผักกวางตุ้ง ผักบุ้งและผักโขม หลังจากการเก็บไว้ในตู้เย็น 1 – 5 วัน, วารสารพระจอมเกล้าลาดกระบัง, 2:22-31.

วารุณี วงศ์พยัต, 2542, ปุ๋ยไนโตรเจน, ว.กรมวิทยาศาสตร์บริการ, ฉ.149:21– 24.

A.O.A.C, 1990, Official Methods of Analysis of Association of Official Analytical Chemists, Inc.Virginia, 1298.

Marinari, S., Mancinelli, R., Campiglia, E. and Grego, S., 2006, Chemical and Biological Indicators of Soil Quality in Organic and Conventional Farming Systems in Central Italy, Ecological Indicators, 701-711.

Shalaby, T., Sator, C., Haneklaus, S., and Schnug, E., 2004, Influence of variety and cultivation on mineral elements and protein contenet of asparagus (*Asparagus officinalis* L.), Acta Horticulturae, 629: 313-320.

Wong, J. W. C., Ma, K. K., Fang, K. M. and Cheung, C., 1999, Utilization of manure compost for organic farming in Hong Kong. Bioresource Technology, 67: 43-46.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl): 103-106 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 103-106 (2550)

ผลของกระบวนการแช่และกระบวนการงอกของข้าวกล้อง (หอมมะลิ 105) ต่อปริมาณสารแกมมาอะมิโนบิวเทอริกเอซิดในข้าวกล้องงอก

Effects of Soaking and Germinating Process on Gamma-Aminobutyric Acid (GABA) Content in Germinated Brown Rice (Hom mali 105)

จารุรัตน์ สันเต[1] วรนุช ศรีเจษฎารักข์[1] และ รัชฎา ตั้งวงศ์ไชย[1]
Sunte, J.[1], Srijesdaruk, V.[1] and Tangwongchai, R.[1]

Abstract

Effects of soaking and germinating process on Gamma-aminobutyric acid (GABA) and glutamate content in brown rice Hom mali 105 were investigated. The brown rice was soaked in various pH solutions (pH 4, 4.5, 5, 5.5, 6 and 6.5) at 40°C for 3 hrs. Results indicated that the highest GABA content (21.93 mg/100g, dry basis) found in brown rice soaked in the solution of pH 5. Effects of temperature and soaking time were conducted by soaking the brown rice in 0.1 mM $CaCl_2$, pH 5 at 30, 40, and 50 °C and in various time: 3, 8 ,12 hrs. The result of the soaking condition at 40 °C for 8 hrs has gave the highest of GABA content (31.18 mg/100g ,dry basis) and calcium content (2.77 mg/100g,dry basis). Furthermore, brown rice is germinated at 30, 40, and 50 °C for 12, 24 and 36 hrs. The brown rice at 40°C for 36 hour had the highest in GABA content but the lowest in glutamate content (96.08 and 453.27 mg/100g dry basis. respectively). It is worth noting that the increased GABA content in germinated brown rice for 9.2 times in comparison to the non-treated brown rice (GABA content of 10.55 mg/ 100 g dry basis)

Keywords : Gamma-aminobutyric acid(GABA), glutamate, germinated brown rice, pH ,soaking

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของกระบวนการแช่และกระบวนการงอกต่อปริมาณแกมมาอะมิโนบิวเทอริกเอซิค(GABA) และปริมาณกลูตาเมตในข้าวกล้องหอมมะลิ 105 โดยนำข้าวกล้องหอมมะลิ 105 แช่ในสารละลายที่มี pH แตกต่างกัน (pH 4 4.5 5 5.5 6 และ 6.5) ที่อุณหภูมิ 40 °ซ นาน 3 ชม. พบว่าข้าวที่ผ่านการแช่ในสารละลายที่ pH 5 มีปริมาณ GABA สูงสุด (21.93 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) เมื่อนำข้าวมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (1 มิลลิโมลาร์, pH5) ที่อุณหภูมิ 30 40 และ 50 °ซ นาน 3, 8 และ 12 ช.ม. พบว่า ข้าวที่ผ่านการแช่ที่อุณหภูมิ 40 °ซ นาน 8 ช.ม. มีปริมาณ GABA สูงสุด (31.18 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) มีปริมาณแคลเซียม 2.77 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม (น้ำหนักแห้ง) เมื่อนำข้าวกล้องมาเพาะให้งอกที่อุณหภูมิ 30 40 และ 50 °ซ นาน 12 24 และ 36 ชม. พบว่า การงอกข้าวกล้องที่อุณหภูมิ 40 °ซ นาน 36 ชม. มีปริมาณ GABA สูงสุด ในขณะที่ปริมาณกลูตาเมตน้อยที่สุด (96.83 และ 453.27 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ) เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ที่ไม่ผ่านการแช่ (GABA ~10.55 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)การเพาะข้าวกล้องให้งอกข้าวกล้องที่อุณหภูมิ 40 °ซ นาน 36 ช.ม. มีผลให้มีปริมาณ GABA สูงขึ้นประมาณ 9.2 เท่า

คำสำคัญ : แกมมาอะมิโนบิวเทอริกเอซิด (GABA) กลูตาเมต ข้าวกล้องงอก ความเป็นกรด-ด่าง การแช่

คำนำ

ปัจจุบันผู้บริโภคมีความต้องการอาหารที่เป็นธรรมชาติมากขึ้น การพัฒนาผลิตภัณฑ์ผลิตข้าวที่อุดมด้วยสารที่เป็นประโยชน์ต่อสุขภาพจึงเป็นทางเลือกหนึ่งให้กับผู้บริโภค ข้าวกล้องงอกเป็นอาหารสุขภาพเนื่องจากอุดมด้วยสารที่มีคุณค่า เช่น inositols, ferulic acid, Gamma-aminobutyric acid (GABA), tocotrienols, γ-oryzanol เป็นต้น

GABA เป็นกรดอะมิโนที่เป็นสารสื่อในระบบประสาท ป้องกันเส้นโลหิตในสมองแตก ช่วยลดความดันโลหิต GABA เกิดจากกิจกรรมของเอนไซม์ glutamate decaboxylase เปลี่ยนกรดอะมิโนกลูตาเมตไปเป็น GABA ซึ่งกิจกรรมของเอนไซม์นี้

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีอาหาร คณะเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยขอนแก่น จ.ขอนแก่น 40002
[1]Department of Food Technology, Faculty of Technology, Khon kean University, Khon kean 40002

ถูกเร่งได้ด้วยแคลเซียม (Shelp และคณะ, 1999) การสร้าง GABA เกิดขึ้นในระหว่างกระบวนการแช่และกระบวนการงอกของข้าว ซึ่งปัจจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับกระบวนการแช่และกระบวนการงอกมีผลต่อปริมาณ GABA ในข้าวงอก ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของความเป็นกรดด่าง(pH) อุณหภูมิ ระยะเวลา และปริมาณแคลเซียมที่ถูกดูดซึม ในระหว่างกระบวนการแช่ และกระบวนการงอกที่มีต่อปริมาณ GABA ในข้าวกล้องงอกหอมมะลิ 105 เพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวคุณค่าสูง

อุปกรณ์และวิธีการ

ขั้นตอนการเตรียมวัตถุดิบและเตรียมตัวอย่างข้าวกล้อง

ข้าวเปลือกหอมมะลิ 105 พื้นที่ปลูกในจังหวัดมุกดาหาร ฤดูกาลเก็บเกี่ยวในปี2548/2549 (ได้รับการอนุเคราะห์จากบริษัทเจียเม้ง จำกัด จังหวัดนครราชสีมา) ปริมาณความชื้น 13-14 % ทำการกระเทาะเปลือกข้าวด้วยเครื่องซาทาเกะ (Satake dehuller) ได้ข้าวกล้องหอมมะลิ 105 นำไปบรรจุในถุงบรรจุแบบสุญญากาศ ขนาด 6 × 9 นิ้ว ถุงละ 1 กิโลกรัม และเก็บไว้ที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ภายในระยะเวลา 5 เดือน

การศึกษาปริมาณ GABA ในขั้นตอนการแช่และการงอก

ผลของความเป็นกรด-ด่าง (pH) ในการแช่

นำข้าวกล้องหอมมะลิ 105 (จาก ข้อ 1) มาศึกษาผลของ pH (pH 4, 4.5, 5, 5.5, 6 และ 6.5) ต่อปริมาณ GABA ในข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ในระหว่างกระบวนการแช่ข้าวที่อุณหภูมิ 40°ซ ระยะเวลา 3 ชม. โดยปรับ pH ของสารละลายที่ใช้ในกระบวนการแช่ด้วยสารละลายซิเตรตบัพเฟอร์ (citrate buffer) ความเข้มข้น 0.1 โมลลาร์ ต่อลิตร นำข้าวกล้องที่ผ่านการแช่ไปวิเคราะห์ปริมาณ GABA และกลูตาเมต (ดัดแปลงจากวิธีของ Heems และคณะ, 1998) วางแผนการทดลองแบบ CRD (Completely Randomized Design)และเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการทดลองด้วยวิธี (Duncan's Multiple Range Test) ทำการคัดเลือกสภาวะของ pH ในการแช่ที่ให้ปริมาณ GABA สูงที่สุด

ผลของอุณหภูมิ ระยะเวลาในการแช่ข้าว และปริมาณแคลเซียมที่ถูกดูดซึมในข้าวกล้องหอมมะลิ 105

นำข้าวกล้องหอมมะลิ 105 (จาก ข้อ 1) มาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (ความเข้มข้น1 มิลลิโมลาร์, pH ซึ่งคัดเลือกในข้อ 2.1) ทำการแช่ข้าวที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 °ซ นาน 3, 8 และ 12 ชม. นำข้าวกล้องที่ผ่านการแช่ไปวิเคราะห์ปริมาณ GABA และกลูตาเมต (ดัดแปลงจากวิธีของ Heems และคณะ, 1998) วิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมดัดแปลงจากวิธีของ Husdan และ Rapoport (1969) วางแผนการทดลองแบบ 2^3 factorial experiment in CRD เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการทดลองด้วยวิธี (Duncan's Multiple Range Test) เพื่อทำการคัดเลือกสภาวะ ในการแช่ที่ให้ปริมาณ GABA สูงที่สุด

ผลของระยะเวลาและอุณหภูมิในกระบวนการงอกของข้าวกล้องหอมมะลิ 105

นำข้าวกล้องหอมมะลิ 105 (จาก ข้อ 1) มาผ่านขั้นตอนการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (ความเข้มข้น 1 มิลลิโมลาร์ต่อลิตร, pH ซึ่งคัดเลือกในข้อ 2.1)และสภาวะการแช่(อุณหภูมิและเวลา)ที่คัดเลือกได้จากข้อ 2.2 นำมามาเพาะให้งอกที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 °ซ นาน 12, 24 และ 36 ชม. จากนั้นนำข้าวกล้องที่ผ่านการเพาะให้งอกไปวิเคราะห์ปริมาณ GABA และกลูตาเมต (ดัดแปลงจากวิธีของ Heems และคณะ, 1998) วางแผนการทดลองแบบ 2^3 factorial experiment in CRD เปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างการทดลองด้วยวิธี (Duncan's Multiple Range Test)

การวิเคราะห์ปริมาณ GABA

การเตรียมตัวอย่าง

นำข้าวที่ผ่านการแช่หรือผ่านการงอกมาอบที่ 100 °ซ นาน 3 ช.ม.จนได้ความชื้น 6-8% จากนั้นนำตัวอย่างที่ผ่านการอบแห้ง 5 กรัม มาบดละเอียดและเติมสารลายกรดไฮโดรคลอริกเข้มข้น 6 โมลาร์ จำนวน100 มิลลิลิตร ย่อยตัวอย่างที่อุณหภูมิ 110 °ซ นาน 24 ช.ม. ของเหลวที่ได้จากการย่อยเป็นโปรตีนไฮไดรไลเสท

วิธีการวิเคราะห์ปริมาณ GABA และกลูตาเมต

นำโปรตีนไฮไดรไลเสท ที่เตรียมได้จากข้อ 3.1 ไปทำปฏิกิริยากับ 9-fluorenylmethyl chloroformate (FMOC)ได้เป็นตัวอย่างอนุพันธ์ของโปรตีนไฮโดรไลเสทที่สกัดได้ แล้วนำไปวิเคราะห์ปริมาณ GABA ด้วย HPLC (ดัดแปลงจากวิธีของ Heems และคณะ, 1998) โดยใช้คอลัมน์ symmetry reverse-phase C18 (5 μm; 3.9x 150 mm) ควบคุมอุณหภูมิของคอลัมม์ 40 °ซ ใช้ฟลูออเรสเซ็นต์เป็นตัวตรวจวัด ความยาวคลื่นกระตุ้น ($\lambda_{excited}$) 270 นาโนเมตร และความยาวคลื่นกระจาย ($\lambda_{emission}$) 315 นาโนเมตร ฉีดตัวอย่างอนุพันธ์ของโปรตีนไฮโดรไลเสทที่สกัดได้ปริมาตร 10 ไมโครลิตร สภาวะ

ในการวิเคราะห์มีการปรับเปลี่ยนปริมาณของสารตัวพาตลอดเวลา (Gradient elution) โดยใช้สารตัวพา 3 ชนิด คือ 100% acetonitile 100% methanol และ 0.05% trifluoroacetic acid อัตราการไหลของสารตัวพา 1 มิลลิลิตรต่อนาที สารGABA และกลูตาเมตที่แยกได้จาก HPLC เปรียบเทียบจากค่า retention time(RT) และหาปริมาณโดยเปรียบเทียบพื้นที่ใต้กราฟกับสารละลาย GABA และ กลูตาเมตมาตรฐาน

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการศึกษาผลของ pH (Table 1) อุณหภูมิและระยะเวลา (Table 2) ในระหว่างกระบวนการแช่ ผลของอุณหภูมิและเวลาในกระบวนการงอกข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ต่อปริมาณ GABA และ กลูตาเมต

Table1 Effect of soaking brown rice in various pH solution at 40°C for 3 hrs. on GABA and glutamate content.

Treatment (pH±0.02)	GABA content (mg/100g) dry basis	glutamate content (mg/100g)dry basis
4.0	$20.72^{c} \pm 1.53$	$515.89^{a} \pm 6.38$
4.5	$15.84^{b} \pm 1.80$	$531.15^{ab} \pm 25.56$
5.0	$21.93^{c} \pm 1.32$	$538.13^{ab} \pm 24.12$
5.5	$20.94^{c} \pm 1.08$	$533.29^{ab} \pm 20.06$
6.0	$13.02^{a} \pm 0.43$	$563.06^{b} \pm 23.09$
6.5	$13.46^{a} \pm 0.34$	$550.53^{ab} \pm 10.93$

^{a,b,c} Mean with difference superscripts in the same column are significantly different ($p \leq 0.05$) (Duncan's)

Table2 Effects of soaking brown rice in 0.1 mM $CaCl_2$, pH 5 at the temperature of 30, 40, and 50°C and soaking time of 3, 8 and 12 hrs. on GABA glutamate and calcium content.

Temperature (°C)	Time (hr)	GABA content (mg/100g)dry basis	Glutamate content (mg/100g)dry basis	Calcium content (mg/100g)dry basis
30	3	$23.04^{a} \pm 0.96$	$612.61^{bc} \pm 12.40$	$2.50^{ab} \pm 0.017$
	8	$23.08^{a} \pm 0.50$	$629.07^{c} \pm 3.64$	$2.68^{bc} \pm 0.003$
	12	$23.02^{a} \pm 1.11$	$619.89^{c} \pm 0.60$	$2.45^{a} \pm 0.003$
40	3	$23.98^{a} \pm 1.13$	$583.96^{a} \pm 15.55$	$2.75^{c} \pm 0.08$
	8	$31.18^{b} \pm 1.61$	$580.88^{a} \pm 19.76$	$2.77^{c} \pm 0.08$
	12	$23.62^{a} \pm 0.77$	$620.77^{c} \pm 15.08$	$2.47^{a} \pm 0.005$
50	3	$23.93^{a} \pm 2.55$	$581.36^{a} \pm 10.79$	$2.69^{c} \pm 0.12$
	8	$29.22^{b} \pm 1.67$	$596.19^{ab} \pm 10.79$	$2.87^{c} \pm 0.05$
	12	$22.77^{a} \pm 0.01$	$612.96^{bc} \pm 13.88$	$2.80^{c} \pm 0.06$

^{a,b,c} Mean with difference superscripts in the same column are significantly different ($p \leq 0.05$) (Duncan's)

Table3 Effects of germinated brown rice at the temperature of 30, 40, and 50°C and various time of 12, 24 and 36 hrs. on GABA and glutamate content.

Temperature (°C)	Time (hr)	GABA content (mg/100g)dry basis	Glutamate content (mg/100g)dry basis
30	12	$33.19^{ab} \pm 0.92$	$532.97^{cd} \pm 13.68$
	24	$59.48^{c} \pm 2.52$	$522.45^{bcd} \pm 2.05$
	36	$86.45^{d} \pm 1.07$	$458.01^{a} \pm 0.68$
40	12	$35.43^{b} \pm 3.56$	$498.95^{b} \pm 11.30$
	24	$62.42^{c} \pm 8.52$	$457.56^{a} \pm 12.89$
	36	$96.83^{e} \pm 11.89$	$453.27^{a} \pm 34.59$
50	12	$27.18^{a} \pm 3.38$	$534.61^{e} \pm 22.34$
	24	$24.63^{ab} \pm 3.69$	$502.61^{bc} \pm 14.98$
	36	$26.36^{ab} \pm 0.23$	$504.45^{bcd} \pm 8.49$

^{a,b,c} Mean with difference superscripts in the same column are significantly different ($p \leq 0.05$) (Duncan's)

เมื่อนำข้าวกล้องหอมมะลิ 105 แช่ในสารละลายที่มี pH 4, 4.5, 5, 5.5, 6 และ 6.5 ที่อุณหภูมิ 40 °ซ นาน 3 ชม. (Table 1) พบว่าข้าวกล้องที่แช่ในสารละลาย pH 4, 5 และ 5.5 มีปริมาณ GABA ไม่แตกต่างกัน ($p>0.05$) โดยข้าวกล้องที่ผ่านการแช่ในสารละลายที่ pH 5 มีปริมาณ GABA สูงสุด (21.93 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) และ pH ที่ใช้ในการแช่ไม่มีผลต่อปริมาณกลูตาเมตที่ผ่านการแช่ ($p>0.05$) ยกเว้นที่ pH 6 ซึ่งข้าวที่ผ่านการแช่มีปริมาณกลูตาเมตสูงสุด ($p \leq 0.05$) ซึ่งงานวิจัยของ Horino และคณะ (1994) ที่ได้นำข้าวพันธุ์ Koshihikari แช่ในสารละลายที่มี pH แตกต่างกัน ที่อุณหภูมิ 40 °ซ นาน 4 ชม. พบว่า pH ที่เหมาะสมเท่ากับ 5.5 โดย GABA เพิ่มขึ้นในสภาวะที่เป็นกรดอ่อนและเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยในสภาวะที่

เป็นเบส Wallace และคณะ (1995) ศึกษาการตอบสนองต่อ pH ในใบถั่วเหลืองพบว่ากลูตาเมตเปลี่ยนเป็น GABA โดยเอนไซม์ glutamate decarboxylase (GD) ซึ่งเอนไซม์นี้มี pH ที่เหมาะสมอยู่ที่ 5.9

การแช่ข้าวกล้องในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (1 มิลลิโมลาร์, pH 5) ที่อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 °ซ นาน 3, 8 และ 12 ชม. (Table 2) พบว่าอุณหภูมิและระยะเวลามีอิทธิพลร่วมกันต่อปริมาณ GABA โดยข้าวกล้องที่ผ่านการแช่ที่อุณหภูมิที่ 40 °ซ นาน 8 ช.ม. มีปริมาณ GABA สูงสุด (31.18 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) มีปริมาณกลูตาเมตน้อยที่สุด (580.88 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)ซึ่งงานวิจัยของ Horino และคณะ (1994) ที่ใช้จมูกข้าวพันธุ์ Koshihikari แช่ในน้ำที่อุณหภูมิ 30, 40, 50, 60, 70 °ซ นาน 0, 1, 2, 4, 8 และ 24 ชม. พบว่าอุณหภูมิที่เหมาะสมมากที่สุด คือ 40 °ซ และเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ที่ไม่ผ่านการแช่ (ปริมาณแคลเซียม 1.9 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) การแช่ข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ที่อุณหภูมิ 40 °ซ นาน 8 ชม. มีปริมาณแคลเซียม 2.77 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ซึ่งปริมาณแคลเซียมสูงขึ้นประมาณ 0.5 เท่า นอกจากนี้มีผลให้ปริมาณ GABA ที่สูงมากกว่า โดยข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ที่ไม่ผ่านการแช่มีปริมาณ GABA ~10.55 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมน้ำหนักแห้ง ทั้งนี้ Liu และคณะ (2005) พบว่าส่วนของจมูกข้าวพันธุ์ Haiminori ที่แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (0.5 มิลลิโมลาร์) ระยะเวลาในการแช่ 4 ชม. ที่อุณหภูมิประมาณ 28 °ซ มีกิจกรรมของเอนไซม์ GAD สูงขึ้น 58% เมื่อเปรียบเทียบกับตัวอย่างที่แช่ในน้ำที่ไม่มีการเติมแคลเซียม นอกจากนี้ Liu และคณะ (2005) ยังรายงานว่า ปริมาณ GABA มีค่าเพิ่มขึ้น โดยมีความสัมพันธ์ของปริมาณ GABA กับกิจกรรมของเอนไซม์ GAD เท่ากับ 0.902 (r =0.902) แสดงว่าแคลเซียมช่วยกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ GAD ทำให้สามารถเปลี่ยนกลูตาเมตเป็น GABA เป็นผลให้มีปริมาณ GABA เพิ่มสูงมากขึ้น

เมื่อนำข้าวกล้องหอมมะลิ 105 มาเพาะให้งอกที่ อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 °ซ นาน 3, 8 และ 12 ชม.(Table 3) พบว่าที่อุณหภูมิ 40 °ซ นาน 36 ชม. ข้าวกล้องงอกมีปริมาณ GABA สูงสุด (96.83 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) ในขณะที่กลูตาเมตน้อยที่สุด (453.37 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) มีผลให้มีปริมาณ GABA ในข้าวกล้องหอมมะลิ 105 สูงขึ้นประมาณ 9.2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวที่ไม่ผ่านการแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (GABA ~10.55 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง)

สรุปผล

การแช่ข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ในสารละลายที่มี pH 5 อุณหภูมิ 40 °ซ เป็นเวลา 3 ชม. มีปริมาณ GABA ในข้าวกล้องมากที่สุด (21.93 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) และการแช่ข้าวในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ (1 มิลลิโมลาร์, pH 5) ที่อุณหภูมิ 40 °ซ นาน 8 ชม. พบว่าข้าวกล้องมีปริมาณ GABA สูงที่สุด กลูตาเมตน้อยที่สุด(31.18 และ 580.88 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง ตามลำดับ)และมีปริมาณแคลเซียม 2.77 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง และเมื่อนำข้าวกล้องมาเพาะให้งอกที่ อุณหภูมิ 30, 40 และ 50 °ซ นาน 3, 8 และ 12 ชม. พบว่าอุณหภูมิที่ 40 °ซ นาน 36 ช.ม. พบว่าข้าวกล้องงอกมีปริมาณ GABA สูงสุด (96.83 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) ในขณะที่มีปริมาณกลูตาเมตน้อยที่สุด (453.27 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัม น้ำหนักแห้ง) ดังนั้นเพื่อให้ได้ปริมาณ GABA สูง จึงควรนำข้าวกล้องหอมมะลิมาแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ที่อุณหภูมิ 40 °ซ นาน 8 ชม. แล้วมาเพาะให้งอกต่อที่อุณหภูมิ 40 °ซ นาน 36 ชม.จะได้ข้าวกล้องหอมมะลิที่มีปริมาณ GABA สูงขึ้นประมาณ 9.2 เท่า เมื่อเปรียบเทียบกับข้าวกล้องหอมมะลิ 105 ที่ไม่ผ่านการแช่สารละลายแคลเซียมคลอไรด์

เอกสารอ้างอิง

Horino, T., Mori, Y. and Saikusa, T., 1994, Distribution of free amino acids in the rice kernel and kernel fractions and the effect of water soaking on the distribution, Journal Agricultural Food Chemistry, 42: 1122-1125.

Lui, L. L., Zhai, Q. and Wan, J. M., 2005, Accumulation of γ-aminobutyric acid in giant-embryo grain in relation to glutamate decarboxylase activity and it gene expression during water soaking, Cereal Chemistry, 82(2): 191–196.

Shelp, B. J., Bown, A. W. and Mclean, M. D., 1999, Metabolism and function of γ-aminobutyric acid, Trends Plant Science, 4: 446-452.

Wallace, W, Secor, J, Schrader, L.E., 1984, Rapid accumulation of γ-aminobutyric acid and alanine in soybean leaves in response to an abrupt transfer to lower temperature darkness or mechanical manipulation, Plant Physiology, 75: 170-175.

การพัฒนาอัตราส่วนของส่วนประกอบในผลิตภัณฑ์ผงน้ำนมข้าวโพดอัดเม็ด เพื่อการเสริมคุณค่าทางอาหาร

Development of Ingredient Ratios in Corn Milk Tablet Product for Nutritional Value Added

อัจฉรา ศรีกุศลานุกูล[1] ปกขวัญ หุตางกูร[1] และ เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์[1]
Srikusalanukul, A.[1], Hutangura, P.[1], and Thumthanaruk, B.[1]

Abstract

The purpose of this project is to increase the nutritional value of corn milk tablet product by adding carrot, pumpkin, lotus seeds, kidney bean and peeled mung bean. The corn milk ratios used in the products are varied (25%, 50% and 75%). In addition, this project also studied tablet product with tablets from 100% materials as follows: corn milk, carrot, pumpkin, lotus seeds, kidney bean and peeled mung bean. In production of tablet product, the studied materials were mixed in ratio of 48.4% total ingredients, 24.1% icing sugar, 25% Era-Tab SP, 2% aerosil and 0.5% magnesium stearate and were subsequently compressed to produce the tablets. It has been founded that there were only 7 formulas which can be compressed namely: pure corn milk, pure carrot, corn milk mixed with pumpkin in ratio of 25%, 50% and 75%, pure pumpkin and pure lotus seeds. However, it was founded that three formulas, including pure carrot, pure pumpkin and pure lotus seeds which gave complete tablets after compression. Whereas corn milk mixed with pumpkin in ratio of 25%, 50% and 75% gave only 6%, 8% and 26% of complete tablets product, respectively. Moreover, there was no complete tablet product from pure corn milk. Therefore, it can be concluded that corn milk product was not suitable for direct compression method. It was also suggested that the appropriate technique for compression should be wet granulation method.

Keywords : corn milk, pumpkin, tablet product

บทคัดย่อ

รายงานวิจัยนี้มีจุดมุ่งหมายเพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์ผงน้ำนมข้าวโพดอัดเม็ดให้มีคุณค่าทางโภชนาการเพิ่มมากขึ้นโดยการเติมแครอท ฟักทอง เมล็ดบัว ถั่วแดงหลวง และถั่วซีก (ถั่วเขียวกะเทาะเปลือก) ในอัตราส่วน 25%, 50% และ75% ของน้ำนมข้าวโพดตามลำดับ รวมทั้งศึกษาการอัดเม็ดผงน้ำนมข้าวโพด ผงแครอท ผงฟักทอง ผงเมล็ดบัว ผงถั่วแดงหลวง และผงถั่วซีก 100% โดยในการอัดเม็ดจะผสมตัวอย่างข้างต้น 48.4% น้ำตาลไอซิง 24.1% แป้ง Era-Tab SP 25% แอโรซิล 2% และแมกนีเซียมสเตียเรท 0.5% พบว่ามีผลิตภัณฑ์เพียง 3 ชนิดที่สามารถอัดเม็ดได้อย่างสมบูรณ์ ได้แก่แครอท 100% ฟักทอง 100% และเมล็ดบัว 100% ส่วนอีก 4 ชนิดอัดเป็นเม็ดได้แต่ให้ลักษณะเม็ดโดยรวมที่ไม่สมบูรณ์ ได้แก่ ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพด 100% น้ำนมข้าวโพดผสมฟักทอง 25% 50% และ 75% ซึ่งได้ปริมาณของเม็ดที่สมบูรณ์เป็น 0%, 6%, 8% และ 26% ตามลำดับ สรุปได้ว่าการตอกเม็ดสำหรับผลิตภัณฑ์ผงน้ำนมข้าวโพดควรใช้วิธีทำแกรนูลแบบเปียก (wet granulation method) มากกว่าวิธีการตอกเม็ดโดยตรง (direct compression)

คำสำคัญ : น้ำนมข้าวโพด, ฟักทอง, ผลิตภัณฑ์ตอกเม็ด

คำนำ

ประเทศไทยเป็นประเทศที่มีความอุดมสมบูรณ์มีพืชพรรณธัญญาหารหลายหลากชนิดให้เลือกบริโภค แต่พฤติกรรมการบริโภคอาหารของคนไทยได้เปลี่ยนแปลงไปจากเดิมโดยเฉพาะในเด็กและวัยรุ่น ปัจจุบันพบว่ามีการบริโภคผักและผลไม้ลดน้อยลงแต่มีการบริโภคขนมขบเคี้ยวประเภทลูกกวาดและลูกอมมากขึ้น ในลูกอมเหล่านี้มีปริมาณน้ำตาลสูง ทำให้ได้รับสารอาหารจำพวกคาร์โบไฮเดรตเท่านั้น ทั้งยังก่อให้เกิดโรคฟันผุและโรคอ้วนอีกด้วย ประกอบกับการพัฒนาผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวที่มีคุณค่าทางโภชนาการสำหรับกลุ่มบุคคลดังกล่าวมีน้อยมาก อัจจิมา (2546) ได้ทดลองเสริมฟักทองในน้ำนม

[1]คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร สาขาวิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กรุงเทพฯ 10800
[1]Faculty of Applied Science in Agro-Industrial Technology, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, 1518 Pibulsongkram Rd. Bangsue Bangkok 10800

ข้าวโพดอัดเม็ดโดยนำน้ำนมข้าวโพดผสมฟักทองในอัตราส่วนต่างๆ 3 สูตร พบว่าลักษณะโดยรวมแล้วทั้ง 3 สูตรไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) แต่มิได้ระบุข้อบกพร่องจากการตอกเม็ดแต่อย่างไร นงสุดา (2545) ได้พัฒนาถั่วแดงหลวงอัดเม็ดสำหรับเด็กวัยเรียนและวัยรุ่นพบว่าเมื่อผสมถั่วแดงหลวงกับนมผงโดยที่ปริมาณถั่วแดงเพิ่มมากขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความแข็งลดลง การลดขนาดอนุภาคแป้งทำให้ความชอบรวมเฉลี่ยลดลง โดยการตอกเม็ดใช้วิธีการทำแกรนูลแบบเปียก (wet granulation method) พบว่าความชื้นที่เหมาะสมในการทำแกรนูล คือ 14%

การพัฒนาอาหารขบเคี้ยวจากผงนมข้าวโพดที่เสริมคุณค่าอาหารทางด้านไวตามินเอจากฟักทองและแครอท หรือเพิ่มคุณค่าทางด้านโปรตีนจากเมล็ดพืชต่างๆ เช่น ถั่วแดงหลวง ถั่วเขียว และเมล็ดบัวจึงน่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสม ข้อมูลจากกองโภชนาการ (2545) รายงานว่าฟักทองและแครอทมีปริมาณไวตามินเอ 310 ไมโครกรัมของเรตินอลต่อฟักทอง 100 กรัม และ 1,166 ไมโครกรัมของเรตินอลต่อแครอท 100 กรัมตามลำดับ สำหรับโปรตีนจากถั่วแดงหลวง ถั่วเขียว และเมล็ดบัวพบว่ามีปริมาณ 18.2, 23.4 และ 19.2% ตามลำดับ รวมทั้งถั่วบางประเภทยังให้คุณสมบัติที่เป็นยา เช่น ถั่วเขียวสามารถแก้ร้อนในกระหายน้ำ สำหรับคนที่เป็นโรคเหน็บชาใช้เป็นยาขับปัสสาวะ เป็นต้น (สำนักวิทยบริการ สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, 2007) เมล็ดบัวซึ่งมีการบริโภคน้อยในประเทศไทยก็มีคุณสมบัติใช้บำรุงกำลัง บำรุงไขข้อ เส้นเอ็น บำรุงประสาท เป็นต้น (สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทย และการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข, 2007)

ดังนั้นจุดประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อเปรียบเทียบความเป็นไปได้ของผลิตภัณฑ์อัดเม็ดโดยมีส่วนผสมของผงนมข้าวโพดร่วมกับตัวอย่างอาหารอื่นๆ ได้แก่ แครอท ฟักทอง ถั่วเขียว ถั่วแดงหลวง และเมล็ดบัว ในอัตราส่วน 25%, 50% และ 75% ของน้ำนมข้าวโพด นำส่วนผสมมาทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบถาด (tray dryer) บดเป็นผงขนาด 60 mesh แล้วนำไปผสมกับแป้งและน้ำตาลไอซิ่ง (icing sugar) แล้วนำไปอัดเป็นเม็ด ได้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณค่าอาหารเพิ่มขึ้นสามารถเป็นอาหารขบเคี้ยวทางเลือกสำหรับเด็กและผู้ที่นิยมอาหารเพื่อสุขภาพได้

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบที่ใช้ในงานวิจัย ได้แก่ ข้าวโพดหวานพันธุ์ ไฮบริกซ์ 3, แครอท, ฟักทอง เมล็ดบัว ถั่วแดง ถั่วซีก น้ำตาลไอซิง ตราอิมพีเรียล แป้งสำหรับขึ้นรูปอัดเม็ด (Era-Tab SP) แอโรซิล แมกนีเซียมสเตียเรท และเครื่องตอกเม็ดยาขนาด 16 สาก (Rotary Tablet Machine, Pantosunicoder U-631) ได้รับความอนุเคราะห์จาก บริษัท โรงเส้นหมี่ซอเฮง จำกัด อำเภอสามพราน จังหวัดนครปฐม

เตรียมน้ำนมข้าวโพด โดยฝานเนื้อข้าวโพดแล้วชั่งน้ำหนักที่แน่นอน เติมน้ำในอัตราส่วนข้าวโพดหวานต่อน้ำ 3:2 (อัตราส่วนโดยน้ำหนัก) นำไปต้มให้สุก จากนั้นใส่ในเครื่องโม่พร้อมปั่นแยกกาก จะได้น้ำนมข้าวโพด แล้วนำไปต้มที่อุณหภูมิ 62 องศาเซลเซียส เป็นเวลานาน 15 นาที การเตรียมตัวอย่างแครอทและฟักทอง โดยการปอกเปลือกแครอทและฟักทอง หั่นแครอทและฟักทองขนาดประมาณ $1 \times 1 \times 1$ cm^3 และ $5 \times 5 \times 1$ cm^3ตามลำดับ นึ่งในลังถึงนาน 15 นาที การเตรียมเมล็ดพืชต่างๆ จะมีกรรมวิธีที่แตกต่างกันเล็กน้อย โดยเมล็ดบัวจะล้างทำความสะอาด ต้มในน้ำเดือดนาน 5 นาที แล้วแกะดีบัว (embryo) ออกทีละเมล็ด นึ่งในลังถึงนาน 2 ชั่วโมง สำหรับถั่วแดงหลวงและถั่วซีกจะล้างน้ำแล้วแช่ค้างคืนไว้นาน 10-12 ชั่วโมง นำมานึ่งในลังถึงนาน 1 ชั่วโมง และ 45 นาทีตามลำดับ นำแครอท ฟักทอง เมล็ดบัว ถั่วแดงหลวง และถั่วซีก หลังจากนึ่งสุกแล้วนำไปผสมกับน้ำนมข้าวโพด ในอัตราส่วน 25% 50% และ 75% ของน้ำนมข้าวโพด (อัตราส่วนโดยน้ำหนักก่อนนึ่งสุก) โดยการปั่นให้เข้ากันโดยใช้เครื่องปั่นน้ำผลไม้ ได้เป็นน้ำนมข้าวโพดผสมแครอท ฟักทอง เมล็ดบัว ถั่วแดงหลวง และถั่วซีก นำน้ำนมข้าวโพดผสมตัวอย่างต่างๆไปเกลี่ยในถาดที่รองด้วยพลาสติก (polypropylene) อบแห้งแบบถาด (tray dry) ที่อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 24 ชั่วโมง จะได้ผงนมข้าวโพดผสมแครอท ฟักทอง เมล็ดบัว ถั่วแดงหลวง และถั่วซีกตามลำดับ ที่มีลักษณะเป็นแผ่นแห้งกรอบ นำไปบดด้วยเครื่องบดละเอียดแล้วร่อนผ่านตะแกรงขนาด 60 mesh จะได้ผงนมข้าวโพดผสมแครอท ฟักทอง เมล็ดบัว ถั่วแดงหลวง และถั่วซีกตามลำดับทั้งหมด 22 สูตร

นำผงตัวอย่างนมข้าวโพดผสมทั้งหมดมาทำการตอกเม็ดโดยกำหนดให้มีผงตัวอย่าง,น้ำตาลไอซิ่ง, แป้ง Era-Tab SP, แอโรซิล และแมกนีเซียมสเตียเรทปริมาณ 48.4% 24.1% 25% 2%, และ 0.5% ตามลำดับ แล้วนำไปอัดเม็ดโดยใช้เครื่องตอกเม็ดแรงอัดประมาณ 1,000 กิโลกรัม ลักษณะการตอกเม็ดที่สมบูรณ์คือไม่แตกหรือแยกเป็นชั้น

นำผลิตภัณฑ์ทั้งหมดมาตรวจวิเคราะห์ทางเคมีหาปริมาณความชื้น โปรตีน ไขมัน เถ้า และใยอาหาร ตามวิธีการ AOAC (1995) และตรวจวิเคราะห์ทางจุลินทรีย์ตามวิธีการ Bacteriological Analytical Method (FDA, 2006) สำหรับสี ค่า Aw และความแข็งตรวจสอบด้วยเครื่อง Hunter lab VA 22090 (Hunter Associated Laboratory, Inc.), Aqualab CX-2, (Decagon Devices, Inc.) และ Schleuniger tablet hardness tester model 4M ตามลำดับ ข้อมูลทั้งหมดนำมาวิเคราะห์

ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% ทดสอบความแตกต่างค่าเฉลี่ยด้วยวิธี Duncan's New Multiple Range Test โดยใช้โปรแกรม SPSS

ผลและวิจารณ์ผล

ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดเสริมไวตามินเอและโปรตีนโดยใช้วิธีการตอกเม็ดโดยตรง (direct compression)พบว่าแต่ละเม็ดจะมีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 14 มิลลิเมตร และ น้ำหนักเฉลี่ยประมาณ 1.00 กรัมต่อเม็ด จากจำนวนสูตรที่ศึกษาทั้งสิ้น 22 สูตร พบว่ามีจำนวนเพียง 3 ตัวอย่างที่สามารถตอกเม็ดได้อย่างสมบูรณ์ คือ แครอทอัดเม็ด ฟักทองอัดเม็ด และเมล็ดบัวอัดเม็ด สำหรับผลิตภัณฑ์ข้าวโพดหวานและข้าวโพดหวานเสริมด้วยฟักทองในทุกอัตราส่วนจำนวนรวม 4 ตัวอย่างไม่สามารถทำการตอกเม็ดได้อย่างสมบูรณ์ โดยเมื่อปริมาณฟักทองเพิ่มขึ้นจาก 25, 50และ75%จะทำให้เปอร์เซนต์ความสมบูรณ์ของเม็ดเพิ่มขึ้นเป็น 6, 8 และ 26% ตามลำดับ ปัญหาที่พบจากการตอกเม็ดที่พบคือ มีรอยแยกที่เม็ดจนแตกออกเป็นชั้น (capping and laminating) สำหรับผลิตภัณฑ์ที่เสริมด้วยถั่วทุกชนิดไม่สามารถทำการตอกเป็นเม็ดได้ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากปริมาณโปรตีนในถั่วแดงหลวง 17.99% ถั่วเขียวซีก 23.48% และ เมล็ดบัว 19.57% ซึ่งมากกว่าปริมาณโปรตีนในข้าวโพดหวาน แครอท และฟักทองที่มีจำนวน 3.12%, 0.95% และ 1.58% ตามลำดับซึ่งในสภาวะที่แห้งจะส่งผลทำให้การยึดเกาะระหว่างโปรตีนจากถั่วชนิดต่างๆและจากข้าวโพดหวานและเกิดขึ้นน้อยมาก ดังนั้นจึงไม่สามารถตอกเม็ดได้ สำหรับผลิตภัณฑ์ผงข้าวโพดหวานอัดเม็ดที่มีส่วนประกอบแครอทร่วมด้วยก็ไม่สามารถตอกเม็ดได้เช่นกันทั้งนี้อาจเนื่องมาจากลักษณะผงแครอทซึ่งมีใยอาหารที่มากกว่าฟักทอง (Table1) ประกอบกับโปรตีนที่อยู่ในผงข้าวโพดหวานทำให้แรงเกาะกันของคาร์โบไฮเดรตและโปรตีนระหว่างแครอทและผงข้าวโพดหวานมีน้อยมากเช่นกันจึงทำให้เม็ดแตกง่ายหลังจากการตอกเม็ด นงสุดา (2545)สามารถใช้วิธีการทำแกรนูลแบบเปียก (wet granulation method)ในการทำถั่วแดงหลวงอัดเม็ดซึ่งเหมาะกับการใช้งานทั่วไป ใช้ได้กับทุกผลิตภัณฑ์ แต่เปลืองพื้นที่ เวลา และพลังงานในการทำงาน โดยต้องร่อนอนุภาคที่จะนำไปทำแกรนูลให้ได้ขนาดเท่าๆ กันก่อน แล้วนำไปทำให้เปียกหรือชื้นด้วยสารยึดเกาะ จากนั้นนำไปทำแกรนูลด้วยเครื่องแร่งแกรนูล ให้ได้ขนาดตามต้องการ นำมาอบแห้งและเติมสารหล่อลื่น สารปรุงแต่งสี และกลิ่นรสลงในแกรนูล แล้วจึงนำส่วนผสมทั้งหมดไปเข้าเครื่องตอกเม็ด ซึ่งมีขั้นตอนที่ยุ่งยากกว่าผลิตภัณฑ์อัดเม็ดทั้ง 7 ชนิดมีคุณค่าทางโภชนาการดังแสดงใน Table 1 จากผลการศึกษาพบว่าแครอทอัดเม็ด ฟักทองอัดเม็ด และเมล็ดบัวอัดเม็ดน่าจะเป็นทางเลือกที่เหมาะสมสำหรับการผลิตเป็นผลิตภัณฑ์อาหารขบเคี้ยวสำหรับเด็กและวัยรุ่นเนื่องจากมีคุณค่าทางโภชนาการสูงประกอบกับสามารถทำการตอกเป็นเม็ดได้ 100% ผลิตภัณฑ์ทั้งสามชนิดมีสีในเฉดเหลืองส้ม, เหลือง และเหลืองอ่อน และเมล็ดบัวอัดเม็ดมีความแข็งมากที่สุด (Table2) ผลจากการวิเคราะห์ทางด้านจุลินทรีย์พบว่าผลิตภัณฑ์มีความปลอดภัยสำหรับการบริโภค (ไม่ได้แสดงข้อมูล) และผลิตภัณฑ์สามารถเก็บได้นานเนื่องจากมีค่า Aw ต่ำ (Table2) นอกจากนี้ควรจะได้มีศึกษาเพิ่มเติมเพื่อศึกษาผลของชนิดและปริมาณเส้นใยอาหาร (dietary fiber) ที่มีต่อการตอกเม็ดเพื่อประโยชน์สำหรับบริโภคเป็นอาหารสุขภาพได้ด้วย

Table 1 Proximate analysis of supplemented sweet corn tablets.**

Sample	% Moisture	% Protein	% Ash	% Fat	% Crude fiber
Sweet corn powder 100%	3.10 ± 0.12^{bc}	5.86 ± 0.17^{b}	3.81 ± 0.06^{d}	3.38 ± 0.58^{a}	2.56 ± 0.05^{e}
Carrot powder 100%	2.93 ± 0.05^{d}	4.51 ± 0.17^{f}	4.96 ± 0.06^{a}	0.89 ± 0.89^{d}	4.56 ± 0.05^{a}
Sweet corn mixed with 25 % pumpkin	3.07 ± 0.18^{cd}	5.53 ± 0.24^{c}	3.91 ± 0.10^{c}	2.88 ± 0.29^{b}	2.60 ± 0.01^{e}
Sweet corn mixed with 50 % pumpkin	3.13 ± 0.19^{bc}	5.31 ± 0.21^{d}	3.93 ± 0.15^{c}	2.75 ± 0.26^{b}	2.72 ± 0.03^{d}
Sweet corn mixed with 75 % pumpkin	3.23 ± 0.18^{ab}	5.08 ± 0.22^{e}	3.94 ± 0.07^{c}	2.08 ± 0.21^{c}	2.83 ± 0.04^{c}
Pumpkin powder 100%	3.30 ± 0.18^{a}	4.14 ± 0.20^{g}	3.97 ± 0.15^{c}	0.79 ± 0.06^{d}	3.14 ± 0.09^{b}
Lotus seed powder 100%	3.22 ± 0.06^{abc}	10.07 ± 0.43^{a}	4.33 ± 0.05^{b}	0.69 ± 0.01^{d}	0.02 ± 0.00^{f}

Remark ** Results were mean ± standard deviation

Mean of the same row with different small letters of superscripts indicating significantly differences ($P\leq0.05$)

Table 2 Physicochemical properties of supplemented sweet corn tablets.**

Sample	Hardness (kilopound)	Aw	Color		
			L	a*	b*
Sweet corn powder 100%	1.60 ±0.12^{e}	0.37±0.04^{ab}	86.51±0.47^{b}	3.22±0.11^{e}	22.70±0.99^{f}
Carrot powder 100%	2.20±0.13^{d}	0.32±0.01^{c}	70.63±0.68^{g}	18.85±0.49^{a}	27.52±0.81^{e}
Sweet corn mixed with 25 % pumpkin	3.04±0.23^{c}	0.38±0.01^{ab}	83.75±0.36^{c}	4.20±0.24^{d}	28.55±0.44^{d}
Sweet corn mixed with 50 % pumpkin	2.95±0.20^{c}	0.39±0.01^{a}	82.63±0.43^{d}	4.51±0.39^{c}	30.85±0.64^{c}
Sweet corn mixed with 75 % pumpkin	3.47±0.19^{b}	0.38±0.01^{ab}	81.61±0.57^{e}	4.70±0.45^{c}	32.81±0.60^{b}
Pumpkin powder 100%	7.21±0.60^{a}	0.37±0.01^{b}	79.45±0.84^{f}	5.73±0.29^{b}	35.40±1.41^{a}
Lotus seed powder 100%	7.03±0.29^{a}	0.31±0.03^{c}	90.08±0.24^{a}	1.00±0.02^{f}	11.93±0.31^{g}

Remark ** Results were mean ± standard deviation

Mean of the same row with different small letters of superscripts indicating significantly differences ($P \leq 0.05$)

สรุปผล

ผลิตภัณฑ์อัดเม็ดที่สามารถตอกเม็ดโดยตรงได้ (direct compression) มีเพียง 3 ชนิดจากตัวอย่างทั้งหมด 22 ชนิด คือ แครอทอัดเม็ด ฟักทองอัดเม็ดและเมล็ดบัวอัดเม็ด สาเหตุมาจากหลายปัจจัย อาทิเช่น แรงที่ใช้ในการอัดเม็ด ลักษณะการไหลของส่วนผสม ส่วนประกอบทางเคมีของตัวอย่างเป็นต้น การตอกเม็ดด้วยวิธีทำแกรนูลแบบเปียก (wet granulation method) อาจนำมาใช้ทดแทนได้แต่มีวิธีการและขั้นตอนยุ่งยากกว่าวิธีการตอกเม็ดโดยตรง

คำขอบคุณ

ขอขอบพระคุณบริษัท โรงงานเส้นหมี่ ชอเฮง จำกัด ที่ให้ความอนุเคราะห์เครื่องมือและวัตถุดิบบางอย่างที่จำเป็น ทำให้งานวิจัยสำเร็จลุล่วงไปด้วยดี และขอขอบพระคุณ คุณกลิ่งล่ำ วันสิงสู่ นักวิทยาศาสตร์ประจำห้องปฏิบัติการของบริษัท ที่สละเวลามาช่วยเหลือในการตอกเม็ดทุกครั้ง พร้อมทั้งให้คำปรึกษาและข้อมูลที่เป็นประโยชน์

เอกสารอ้างอิง

AOAC, 1995, Official Method of Analysis, The Association of Official Analytical Chemistry, 16th ed, Arlington. VA

FDA, 2006, Bacteriological Analytical Manual. [Online], Available : http://cfsam.fda.gov/~ebam/bam-a2.html#tab1. [April 17, 2006]

กองโภชนาการ, 2545, ตารางแสดงคุณค่าทางโภชนาการของอาหารไทย, คณะกรรมการสวัสดิการกรมอนามัย, กระทรวงสาธารณสุข, กรุงเทพมหานคร, หน้า 17-19, 23, 32.

นงสุดา บุนนาค, 2545, การพัฒนาถั่วแดงหลวงอัดเม็ดสำหรับเด็กวัยเรียนและวัยรุ่น, ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต ภาควิชาพัฒนาผลิตภัณฑ์ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, หน้า 1-82.

อัจจิมา เลิศโพธาวัฒนา, 2546 การศึกษาอัตราส่วนของน้ำนมข้าวโพดผสมฟักทองที่มีผลต่อคุณภาพของน้ำนมข้าวโพดผสมฟักทองอัดเม็ด, ปริญญานิพนธ์ ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตร คณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ, กรุงเทพมหานคร, หน้า 1-69.

สำนักวิทยบริการ สถาบันราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา, ถั่วเขียว, เอกสารสมุนไพรไทย [สืบค้น], http://arcbs.bsru.ac.th/local/spthai/11thouk.pdf [27/ May/ 2007]

สถาบันการแพทย์แผนไทย กรมพัฒนาการแพทย์แผนไทย และการแพทย์ทางเลือก กระทรวงสาธารณสุข, เมล็ดบัว [สืบค้น], http://advisor.anamai.moph.go.th/healthteen/env/env07.html [27/ May/ 2007]

ผลของการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีออสโมซิสต่อคุณภาพของแตงไทยแช่แข็ง

Osmotic Pre-treatment Effect on the Quality of Frozen Muskmelon (*Cucumis melo* L.)

วรัญญา ค้ำชู[1] และ วิชมณี ยืนยงพุทธกาล[1]
Khamchu. W.[1] and Yuenyongputtakal. W.[1]

Abstract

The processes of frozen muskmelon with and without osmotic pre-treatment were studied. The results showed that during 3 weeks of storage the osmotic treatment before freezing significantly reduced the moisture content and drip loss but increased the firmness of the osmodehydrofrozen muskmelon product. The most suitable procedure to obtain osomodehydrofrozen muskmelon product was the muskmelon cube kept in 2%$CaCl_2$ solution for 2 h then immersed in an osmotic solution containing of 47.5% sucrose and 0.7% NaCl for 4.5 h until reached 41.9% of water loss and 33% of weight reduction. The osmosed product was then subjected to freezing to obtain the final product. The sensory evaluations in term of color, flavor, taste and overall acceptability of the product after thawing were in the range of slightly to moderately level of likeness. The acceptability of the product served as dessert eating with the sweet coconut milk was evaluated. Results showed that the organoleptic scores in term of flavor and taste were not significantly different with the fresh muskmelon ($p > 0.05$). The likeness of color, texture and overall acceptability was lower than the fresh muskmelon ($p \leq 0.05$).

Keywords : osmotic treatment, frozen muskmelon, muskmelon

บทคัดย่อ

ศึกษาการผลิตแตงไทยแช่แข็งโดยผ่านและไม่ผ่านการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีออสโมซิส ผลการวิเคราะห์คุณภาพแตงไทยแช่แข็ง พบว่า ตลอดอายุการเก็บรักษา 3 สัปดาห์ แตงไทยแช่แข็งที่ผ่านการออสโมซิสจะมีปริมาณความชื้น และค่า Drip loss ต่ำ ในขณะที่มีค่าความแน่นเนื้อหลังการละลายสูงกว่าแตงไทยแช่แข็งที่ไม่ผ่านการออสโมซิส การผลิตแตงไทยแช่แข็งที่เหมาะสมที่สุด คือ การนำแตงไทยมาเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีออสโมซิสก่อนการแช่แข็ง โดยแช่ชิ้นแตงไทยในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง แล้วแช่ในสารละลายผสมระหว่างน้ำตาลทรายร้อยละ 47.5 และเกลือร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 4.5 ชั่วโมง ทำให้มีค่าการสูญเสียน้ำร้อยละ 41.9 และ ค่าน้ำหนักที่ลดลงร้อยละ 33 ผลิตภัณฑ์หลังการละลายได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และ ความชอบโดยรวมอยู่ในระดับความชอบเล็กน้อยถึงชอบปานกลาง เมื่อนำมารับประทานร่วมกับน้ำกะทิเปรียบเทียบกับแตงไทยสด พบว่าได้รับคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสและรสชาติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p > 0.05$) และได้รับคะแนนความชอบทางด้านสี เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมต่ำกว่าแตงไทยสดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

คำสำคัญ : วิธีออสโมซิส แตงไทยแช่แข็ง แตงไทย

คำนำ

แตงไทย (*Cucumis melo* L.) เป็นผลไม้ที่เป็นที่รู้จักกันดีในประเทศไทย สามารถเจริญเติบโตได้ทั่วทุกภาค ผลสุกมีกลิ่นหอมเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัว รสหวานเล็กน้อย นิยมรับประทานสดร่วมกับน้ำกะทิเป็นของหวาน เพื่อเป็นการพัฒนาผลิตภัณฑ์แตงไทยให้ผู้บริโภคมีทางเลือกในการบริโภคมากขึ้นและทำให้ผลิตภัณฑ์มีอายุการเก็บนานขึ้น การแปรรูปแตงไทยโดยใช้วิธีการแช่แข็งจึงเป็นแนวทางการพัฒนาผลิตภัณฑ์ใหม่แบบหนึ่งที่น่าสนใจ และเพื่อเป็นแนวทางการผลิตที่ไม่ต้องใช้เทคโนโลยีขั้นสูงและราคาแพงจึงมีการประยุกต์ใช้วิธีการออสโมซิสในขั้นเตรียมก่อนการแช่แข็งเพื่อการดึงน้ำบางส่วนออกจาก

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี, 20131
[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Saensook, Muang, Chonburi, 20131

ผลไม้อย่างช้า ๆ ซึ่งเป็นการลดปริมาณน้ำในชิ้นผลไม้ลง โดยชิ้นผลไม้ไม่มีการเปลี่ยนแปลงเนื้อสัมผัสและสีมากนัก เมื่อนำมาแช่แข็งจะได้ผลิตภัณฑ์ที่มีรสชาติ สี และเนื้อสัมผัสใกล้เคียงธรรมชาติ (Le Marguar, 1988, Torreeggiani, 1993, Erba และคณะ, 1994) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบคุณภาพของแตงไทยแช่แข็งที่ผ่านและไม่ผ่านการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีออสโมซิส

อุปกรณ์และวิธีการ

นำแตงไทยระดับความสุกปานกลาง มีปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดอยู่ในช่วง 5 ± 1 องศาบริกซ์ หั่นเป็นชิ้นขนาด 2.5 x 2.5 x 2.5 เซนติเมตร แล้วแช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 2 เป็นเวลา 2 ชั่วโมง จากนั้นนำไปแช่ในสารละลายออสโมติกซึ่งเป็นส่วนผสมระหว่างน้ำตาลทรายร้อยละ 47.5 และเกลือร้อยละ 0.7 เป็นเวลา 4.5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้อง กำหนดอัตราส่วนระหว่างแตงไทยและสารละลายออสโมติก เป็น 1:10 (โดยน้ำหนัก) เมื่อครบเวลาที่กำหนด นำชิ้นแตงไทยออกจากสารละลายแล้วล้างชิ้นแตงไทยโดยให้น้ำไหลผ่าน วางพักบนตะแกรงให้สะเด็ดน้ำ ซับให้แห้งนำไปแช่ในตู้เย็นที่อุณหภูมิ 4-6 องศาเซลเซียส จนอุณหภูมิกึ่งกลางชิ้นเป็น 5 องศาเซลเซียส บรรจุชิ้นแตงไทยจำนวน 12 ชิ้น ในถุงชนิด Nylon LDPE ปิดผนึกด้วยเครื่องบรรจุแบบสุญญากาศ แล้วนำไปแช่แข็งโดยเครื่องแช่แข็ง (air freezer, Revco, USA) จนอุณหภูมิกึ่งกลางชิ้นแตงไทยลดลงถึง -30 องศาเซลเซียส เก็บรักษาในตู้แช่แข็งที่อุณหภูมิ -30 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 3 สัปดาห์ สุ่มตัวอย่างเพื่อวิเคราะห์คุณภาพทุกสัปดาห์ โดยเปรียบเทียบกับแตงไทยแช่แข็งที่ไม่ผ่านการออสโมซิส คุณภาพที่วิเคราะห์ ได้แก่ 1) ปริมาณความชื้น (AOAC., 1990) 2) ค่าการสูญเสียน้ำหนัก (drip loss) (ดัดแปลงมาจาก Yuenyongputtakal, 2006) 3) ค่าความแน่นเนื้อ โดยใช้เครื่องวัดเนื้อสัมผัส (texture analyzer) วัดแบบ compression โดยใช้หัวกดรูปทรงกระบอก เส้นผ่านศูนย์กลาง 6 มิลลิเมตร 4) คุณภาพทางประสาทสัมผัส ทดสอบความชอบ ด้านสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความ ชอบโดยรวม วิธี 9-point hedonic scale ใช้ผู้ทดสอบจำนวน 30 คน โดยทดสอบความชอบหลังการละลายของแตงไทยแช่แข็งที่ผ่านและไม่ผ่านการออสโมซิสและแตงไทย และทดสอบความชอบหลังการละลายของแตงไทยแช่แข็งที่ผ่านการออสโมซิสเมื่อรับประทานร่วมกับน้ำกะทิเปรียบเทียบกับแตงไทยสด

ผล

ผลการวิเคราะห์คุณภาพด้านปริมาณความชื้น ค่า Drip loss และค่าความแน่นเนื้อ ของแตงไทยแช่แข็งที่ผ่านและไม่ผ่านการออสโมซิส ตลอดการเก็บ 3 สัปดาห์แสดงดัง Figure 1- 3 แตงไทยแช่แข็งที่ผ่านการออสโมซิสจะมีปริมาณความชื้นและค่า drip loss ร้อยละ 74-77 และ 6-7 ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าแตงไทยแช่แข็งที่ไม่ผ่านการออสโมซิสที่มีปริมาณความชื้นและ ค่า drip loss ร้อยละ 81-85 และ 20-22 ตามลำดับ ในขณะที่ค่าความแน่นเนื้อหลังการละลายของแตงไทยแช่แข็งที่ผ่านการออสโมซิส (1-2 นิวตัน) มีค่ามากกว่าแตงไทยแช่แข็งที่ไม่ผ่านการออสโมซิส (0.2-0.7 นิวตัน) เมื่อเวลาในการเก็บรักษาเพิ่มขึ้นปริมาณความชื้น ค่า drip loss และค่าความแน่นเนื้อมีแนวโน้มลดลง

โดยปกติผู้บริโภคนิยมรับประทานแตงไทยร่วมกับน้ำกะทิ จึงทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบเมื่อนำแตงไทยแช่แข็งที่ผ่านการออสโมซิสมาละลายโดยทิ้งไว้ที่อุณหภมิ 4-6 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 1 ชั่วโมงแล้วนำมาทดสอบชิมร่วมกับน้ำกะทิเปรียบเทียบกับแตงไทยสดได้ผลดัง Figure 4

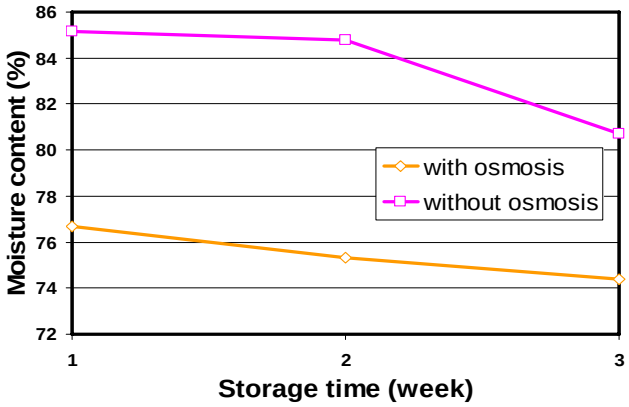


Figure 1 Moisture content of frozen muskmelon during storage.

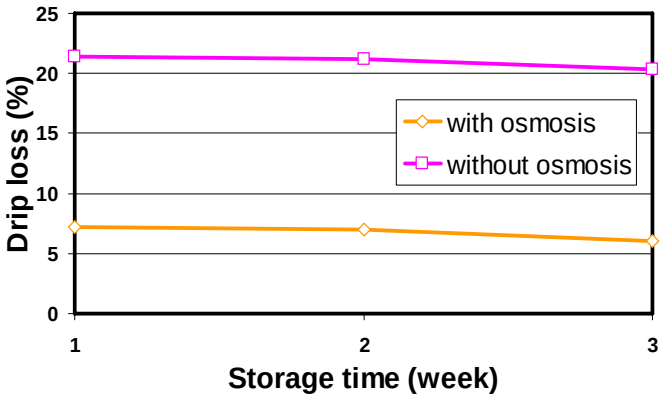


Figure 2 Drip loss of frozen muskmelon during storage.

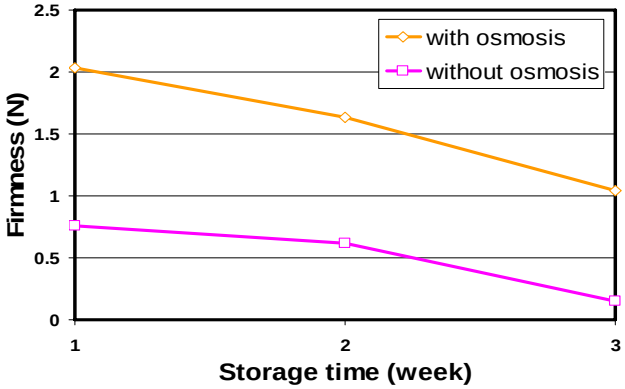


Figure 3 Firmness of frozen muskmelon during storage.

ผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านความชอบของแตงไทยแช่แข็งหลังการละลายเปรียบเทียบระหว่างแตงไทยแช่แข็งที่ผ่านและไม่ผ่านการออสโมซิสที่การเก็บรักษา 3 สัปดาห์ เปรียบเทียบกับแตงไทยสดได้ผลดัง Figure 5

วิจารณ์ผล

ผลจากการนำแตงไทยมาเตรียมขั้นต้นก่อนการแช่แข็งโดยวิธีออสโมซิส ทำให้แตงไทยมีการสูญเสียน้ำร้อยละ 41.9 และน้ำหนักลดลงร้อยละ 33 แตงไทยแช่แข็งที่ผ่านการออสโมซิสมีปริมาณความชื้นต่ำกว่าที่ไม่ผ่านการออสโมซิส เนื่องมาจากในขั้นตอนการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีออสโมซิสมีการถ่ายเทมวลน้ำออกทำให้แตงไทยมีความชื้นต่ำลง ค่า drip loss ของแตงไทยแช่แข็งที่ผ่านการออสโมซิสต่ำกว่าแตงไทยที่ไม่ผ่านการออสโมซิสถึงประมาณ 20 เท่า เนื่องจากในระหว่างการออสโมซิสโมเลกุลของน้ำตาลทรายและเกลือสามารถแพร่ผ่านเข้าเยื่อหุ้มเซลล์ของแตงไทยได้ มีผลช่วยให้โครงสร้างของเซลล์แข็งแรงขึ้น ผลิตภัณฑ์แช่แข็งที่ผ่านการออสโมซิสเมื่อนำมาละลายโครงสร้างไม่เกิดการยุบตัวทำให้เกิดการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์น้อย (Aleksandar และคณะ, 2007) แตงไทยแช่แข็งที่ไม่ผ่านการออสโมซิสมีลักษณะนิ่มกว่าที่ผ่านการออสโมซิส จึงมีค่าความแน่นเนื้อน้อยกว่าแตงไทยแช่แข็งที่ผ่านการออสโมซิสการออสโมซิสก่อนการแช่แข็งเป็นการช่วยลดปริมาณน้ำในผลิตภัณฑ์ ทำให้ปริมาณผลึกน้ำแข็งที่จะเกิดขึ้นระหว่างการแช่แข็งน้อยลง ช่วยลดการทำลายผนังเซลล์พืชที่อาจเกิดขึ้นระหว่างการแช่แข็งได้ (Erba และคณะ, 1994) แตงไทยแช่แข็งที่ผ่านการออสโมซิสหลังการละลายได้รับคะแนนความชอบทางประสาทสัมผัสทุกด้านสูงกว่าแตงไทยแช่แข็งที่ไม่ผ่านการออสโมซิส ($p \leq 0.05$) เนื่องจากการแช่ตัวอย่างในละลายออสโมติกที่มีความเข้มข้นสูงจะทำหน้าที่เคลือบผิวของตัวอย่าง ป้องกันการสัมผัสกับอากาศ ลดการเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชัน และลดการสูญเสียองค์ประกอบที่ระเหยได้ (Torreeggiani, 1993) จึงช่วยรักษากลิ่นรส รสชาติของผลิตภัณฑ์ไว้ได้ดีกว่า นอกจากนี้การแช่ในสารละลายผสมของน้ำตาลทรายและเกลือ เป็นการช่วยปรับปรุงรสชาติให้ดีขึ้นอีกด้วย โดยได้รับคะแนนความชอบทุกด้านอยู่ในระดับชอบเล็กน้อยถึงปานกลาง อย่างไรก็ตามแตงไทยแช่แข็งที่ผ่านการออสโมซิสหลังการละลายยังได้รับความชอบน้อยกว่าแตงไทยสด แต่เมื่อนำมาทดสอบร่วมกับน้ำกะทิเปรียบเทียบกับแตงไทยสดได้รับคะแนนความชอบทางด้านกลิ่นรสและรสชาติไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

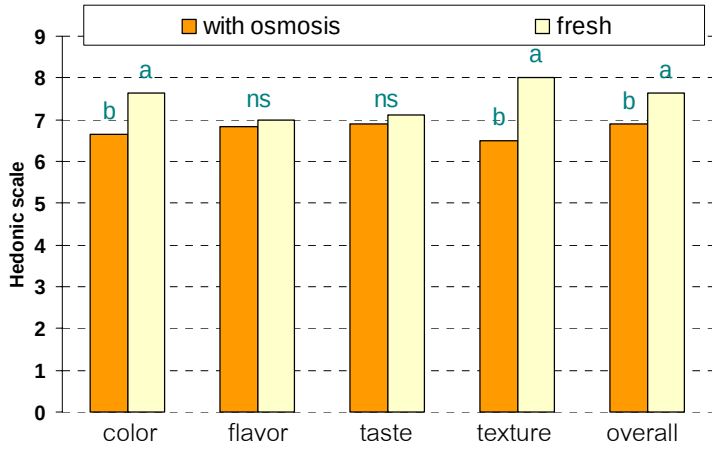


Figure 4 Organoleptic scores for quality attributes of frozen (stored for 3 weeks) and fresh muskmelon.

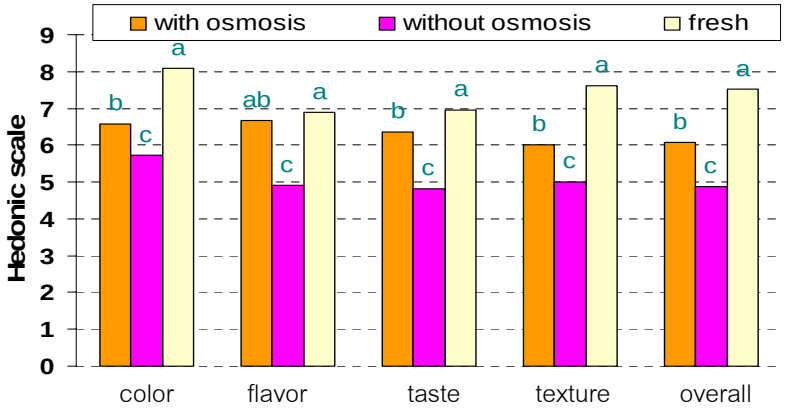


Figure 5 Organoleptic scores for quality attributes of product served as dessert.

สรุปผล

แตงไทยแช่แข็งที่ผ่านการเตรียมขั้นต้นด้วยวิธีออสโมซิสจะมีปริมาณความชื้น และค่า drip loss ต่ำกว่าแตงไทยแช่แข็งที่ไม่ผ่านการออสโมซิส มีค่าความแน่นเนื้อหลังการละลายสูงกว่า ได้รับความชอบทางประสาทสัมผัส ด้านสี กลิ่นรส รสชาติ เนื้อสัมผัส และความชอบโดยรวมสูงกว่า และเมื่อนำมารับประทานร่วมกับน้ำกะทิได้รับความชอบด้านกลิ่นรส และรสชาติไม่แตกต่างกับแตงไทยสด

เอกสารอ้างอิง

Aleksandar, J. Juliana, G., Ljubinko, L. and Zoltan, Z., 2007, Osmotic dehydration of sugar beet in combined aqueous solutions of sucrose and sodium chloride, Journal of Food Engineering, 76: 47-51.

AOAC, 1990, Official Methods of Analysis, Association of official Analytical Chemists, Washington DC.

Erba, M. L., Forni, E. and Colonello, A, 1994, Influence of sugar composition and air dehydration levels on the chemical-physical characteristics of osmodehydrofrozen fruit, Food Chemistry, 50: 69-73.

Le Marguer, M, 1988, Osmotic dehydration: review and future directions. Proceedings of the Symposium in Food Preservation Process, Brussels, 283-309.

Torreeggiani, D, 1993, Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing, Journal of Food Research International, 26: 59-68.

Yuenyongputtakal W, 2006, Osmotic pre-treatment in fruit product development from persimmons, Doctoral of Philosophy, Agro-Industrial Product Development, Graduate School, Kasetsart University.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 115-118 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 115-118 (2550)

การถ่ายเทมวลสารระหว่างการทำแห้งด้วยวิธีการออสโมซิสมะเขือเทศ โดยใช้น้ำตาลซูโครส ซอร์บิทอล และมอลทิทอล

Mass Transfer During Osmotic Dehydration of Tomato Using Sucrose, Sorbitol and Maltitol

ศรีวิกรณ์ ดิษฐอุดมโพธิ์[1] และ ชลธิชา ปิตตาระเต[1]
Dit-udom-po, S.[1] and Pittarate, C.[1]

Abstract

This study was to investigate the effects of osmotic solutes (sucrose, sorbitol and maltitol) on mass transfer during osmotic dehydration of tomato. When using solutes at 65°Brix, the highest water loss and solid gain were found with maltitol and sorbitol respectively. Low molecular weight of sorbitol induced more increase of solid gain and lower water loss-solid gain ratio. Longer immersion time resulted to increase of water loss and solid gain. The results of this study were appreciated fitted with Mathematical model proposed by Azuara et al. (1992). The values for mean relative deviation (P) were in the range of 4.33-6.98.

Keywords : tomato, osmotic dehydration, sorbitol, maltitol

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาผลของตัวถูกละลายออสโมติก (ซูโครส ซอร์บิทอล และมอลทิทอล) ที่มีต่อการถ่ายเทมวลสารระหว่างกระบวนการออสโมซิสมะเขือเทศ เมื่อแช่มะเขือเทศในสารละลายออสโมติกที่มีความเข้มข้น 65 องศาบริกซ์ พบว่าการใช้มอลทิทอลทำให้มะเขือเทศมีการสูญเสียน้ำมากที่สุดและการใช้ซอร์บิทอลทำให้มีของแข็งเพิ่มขึ้นมากที่สุด เนื่องจากซอร์บิทอลมีน้ำหนักโมเลกุลน้อย จึงทำให้มีของแข็งเพิ่มขึ้นมากและอัตราส่วนระหว่างการสูญเสียน้ำและการเพิ่มของแข็งน้อย ระยะเวลาในการแช่นานขึ้นทำให้มะเขือเทศสูญเสียน้ำมากขึ้นและมีของแข็งเพิ่มขึ้น สามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Azuara และคณะ (1992) ในการทำนายถ่ายเทมวลสารได้โดยมีความเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ (P) ร้อยละ 4.33-6.98

คำสำคัญ : มะเขือเทศ การทำแห้งด้วยวิธีการออสโมซิส ซอร์บิทอล มอลทิทอล

คำนำ

การแช่ผักผลไม้ในสารละลายออสโมติก (osmotic solution) ทำให้เกิดกระบวนการออสโมซิสเนื่องจากความแตกต่างของแรงดันออสโมติกระหว่างเซลล์ผักผลไม้และสารละลายออสโมติก เกิดแรงขับ (driving force) ให้มีการถ่ายเทมวลสาร คือ เกิดการแพร่ของน้ำออกจากเซลล์ผักผลไม้ไปยังสารละลาย และตัวถูกละลายจากสารละลายซึมเข้าสู่ผักผลไม้ ทำให้ผักผลไม้มีปริมาณน้ำลดลง (water loss) และปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น (solid gain) (Azoubel และ Elizabeth Xidieh Murr, 2004, Dermesonlouoglou และคณะ, 2007, Giannakourou และ Taoukis, 2003, Lazarides และคณะ, 1995) การทำแห้งผักผลไม้ด้วยวิธีการออสโมซิสสามารถลดการเกิดสีน้ำตาลจากปฏิกิริยาเอนไซม์ ลดวอเตอร์แอคติวิตี้ รักษาหรือปรับปรุงคุณภาพด้านสี กลิ่นรส และเนื้อสัมผัส เมื่อให้ความร้อนในการอบแห้ง (Giannakourou และ Taoukis, 2003, Giraldo และคณะ, 2003) และลดระยะเวลาในการอบแห้งผลิตภัณฑ์ (Lerici และคณะ, 1985, Velic และคณะ, 2004) ในประเทศไทยมีการแปรรูปผักผลไม้โดยการแช่อิ่มอบแห้งมานานแล้ว ลักษณะผลิตภัณฑ์ส่วนใหญ่มีความหวานมาก ส่งผลเสียต่อสุขภาพ มีความเสี่ยงต่อการเกิดโรคอ้วน ฟันผุ และโรคเบาหวาน แนวโน้มของผู้บริโภคมีความใส่ใจเกี่ยวกับสุขภาพมากขึ้น ทำให้มีการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์เพื่อลดปริมาณน้ำตาลลง (กานต์นลิน และคณะ, 2549) หรือใช้สารให้ความหวานอื่นทดแทนน้ำตาลทราย (ชลธิชา และคณะ, 2550, Giannakourou และ Taoukis, 2003) น้ำตาลแอลกอฮอล์ หรือพอลิออลเป็นกลุ่มสารอาหารที่ให้คาร์โบไฮเดรตต่ำ มีคุณสมบัติใกล้เคียงกับซูโครส แต่ร่างกายดูดซึมพอลิออลได้ช้า จึงให้พลังงานน้อยกว่าซูโครส ไม่เป็นสาเหตุให้ระดับน้ำตาลในเลือดเพิ่มขึ้นเร็วเกินไป และจุลินทรีย์ในช่องปากจะย่อยสลายพอลิออลได้ช้า มีผลช่วยลดการเกิดฟันผุ เช่น

[1]สาขาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ ภาควิชาคหกรรมศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ 114 สุขุมวิท 23 วัฒนา กรุงเทพฯ 10110
[1]Division of Food Science and Nutrition, Department of Home Economics, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, 114 Sukhumvit 23, Wattana, Bangkok 10110

ซอร์บิทอล (sorbitol) มีความหวานร้อยละ 60 เมื่อเปรียบเทียบกับความหวานของซูโครส ให้พลังงาน 2.6 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม และมอลทิทอล (maltitol) มีความหวานร้อยละ 90 เมื่อเปรียบเทียบกับความหวานของซูโครส ให้พลังงาน 2.1 กิโลแคลอรี่ต่อกรัม (ศิวาพร, 2546) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาผลของตัวถูกละลายออสโมติก (ซูโครส ซอร์บิทอล และมอลทิทอล) ที่มีต่อการถ่ายเทมวลสารระหว่างกระบวนการออสโมซิสมะเขือเทศ

อุปกรณ์และวิธีการ

กระบวนการแช่อิ่มมะเขือเทศ

แช่อิ่มมะเขือเทศตามกระบวนการผลิตของชลธิชาและคณะ (2550) ในอุณหภูมิห้อง (30±2 องศาเซลเซียส) โดยนำมะเขือเทศพันธุ์ราชินีมาตัดขั้ว ล้างทำความสะอาด แช่ในสารละลายแคลเซียมคลอไรด์ความเข้มข้นร้อยละ 1 ผสมกรดซิตริกความเข้มข้นร้อยละ 1 นาน 2 ชั่วโมง ลวกน้ำร้อนอุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส นาน 1 นาที แล้วแช่ในสารละลายออสโมติกที่มีความเข้มข้น 65 องศาบริกซ์ ที่ผสมกรดซิตริกร้อยละ 2 โดยอัตราส่วนการแช่มะเขือเทศในสารละลายออสโมติก คือ 2 : 3

การศึกษาผลของสารละลายออสโมติกที่มีต่อกระบวนการออสโมซิส

ศึกษากระบวนการออสโมซิสในรูปของการสูญเสียน้ำ (water loss, WL) และการเพิ่มปริมาณของแข็ง (solid gain, SG) โดยคำนวณจากสมการ [1] และ [2] (Lerici และคณะ, 1985) นำมะเขือเทศที่แช่ในสารละลายออสโมติกที่เตรียมจากตัวถูกละลาย 3 ชนิด คือ ซูโครส ซอร์บิทอล (PureSorb NC, เพียวเคมม์, ประเทศไทย) และมอลทิทอล (Pure M65, เพียวเคมม์, ประเทศไทย) ที่เวลา 0, 20 และ 40 นาที, 1, 2, 4, 6, 8, 10, 12, 24, 36, 48, 60 และ 72 ชั่วโมง วางบนตะแกรง ซับน้ำที่ผิวให้แห้ง วิเคราะห์หาความชื้นโดยอบแห้งอุณหภูมิ 110 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง (Dermesonlouoglou และคณะ, 2007)

$$WL = \frac{(M_0 - M_t) + (m_t - m_0)}{M_0} \qquad [1]$$

$$SG = \frac{m_t - m_0}{M_0} \qquad [2]$$

เมื่อ M_0 คือ มวลของมะเขือเทศสด, M_t คือ มวลของมะเขือเทศแช่อิ่มที่เวลา t, m_0 คือ มวลของแข็งที่มีในมะเขือเทศสด และ m_t คือ มวลของแข็งที่มีในมะเขือเทศแช่อิ่มที่เวลา t

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายกระบวนการออสโมซิส

ทำนายกระบวนการออสโมซิสของมะเขือเทศ โดยใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Azuara และคณะ (1992) คือ สมการการสูญเสียน้ำ [3] และการเพิ่มปริมาณของแข็ง [4]

$$WL_t = \frac{s_1 t\, WL_\infty}{1 + s_1 t} \qquad [3]$$

$$SG_t = \frac{s_2 t\, SG_\infty}{1 + s_2 t} \qquad [4]$$

เมื่อ t คือ เวลา, s_1 และ s_2 คือ ค่าคงที่ที่สัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำและการเพิ่มปริมาณของแข็ง, WL_t คือ ปริมาณน้ำที่แพร่ออกจากมะเขือเทศที่เวลา t, SG_t คือ ปริมาณของแข็งในมะเขือเทศที่เพิ่มขึ้นที่เวลา t, WL_∞ คือ ปริมาณน้ำที่แพร่ออกจากมะเขือเทศเมื่อเข้าสู่สมดุล, SG_∞ คือ ปริมาณของแข็งในมะเขือเทศที่เพิ่มขึ้นเมื่อเข้าสู่สมดุล

ผลและวิจารณ์ผล

การศึกษาผลของสารละลายออสโมติกที่มีต่อกระบวนการออสโมซิส

การแช่มะเขือเทศในสารละลายออสโมติกทั้ง 3 ชนิด พบว่าเมื่อระยะเวลาการแช่นานขึ้น มะเขือเทศสูญเสียน้ำมากขึ้นและมีของแข็งเพิ่มขึ้นดัง Figure 1 โดยช่วงแรกอัตราการสูญเสียน้ำและอัตราการเพิ่มของของแข็งสูง เนื่องจากแรงดันออสโมติกระหว่างเซลล์มะเขือเทศและสารละลายออสโมติกแตกต่างกันมาก ทำให้เกิดแรงขับให้มีการถ่ายเทมวลสารมาก และจะลดลงเมื่อเวลาแช่นานขึ้นเนื่องจากแรงดันออสโมติกมีความแตกต่างกันน้อยลง (Azoubel และ Elizabeth Xidieh Murr, 2004, Dermesonlouoglou และคณะ, 2007, Giannakourou และ Taoukis, 2003, Lazarides และคณะ, 1995)

มะเขือเทศที่แช่ในสารละลายมอลทิทอลสูญเสียน้ำมากที่สุด (Figure 1a) และมะเขือเทศที่แช่ในสารละลายซอร์บิทอลมีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นมากที่สุด (Figure 1b) เนื่องจากซอร์บิทอลมีน้ำหนักโมเลกุลน้อยที่สุด (MW=182) จึงสามารถซึมเข้าเนื้อเยื่อมะเขือเทศได้มากกว่าซูโครส (MW=342) และมอลทิทอล (MW=344) (Dermesonlouoglou และคณะ, 2007, Giannakourou และ Taoukis, 2003, Lazarides และคณะ, 1995, Mandala และคณะ, 2005) นอกจากนี้น้ำหนักโมเลกุลของตัวถูกละลายยังมีความสัมพันธ์กับอัตราส่วนระหว่างการสูญเสียน้ำและการเพิ่มปริมาณของแข็ง (WL/SG) คือ เมื่อน้ำหนักโมเลกุลของตัวถูกละลายน้อย จะทำให้ WL/SG น้อยด้วย (มะเขือเทศที่แช่ในสารละลายซอร์บิทอล ซูโครส และมอลทิทอล มี WL/SG เท่ากับ 2.824, 3.029 และ 4.174 ตามลำดับ) แต่น้ำหนักโมเลกุลของตัวถูกละลายไม่มีความสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำ (Dermesonlouoglou และคณะ, 2007)

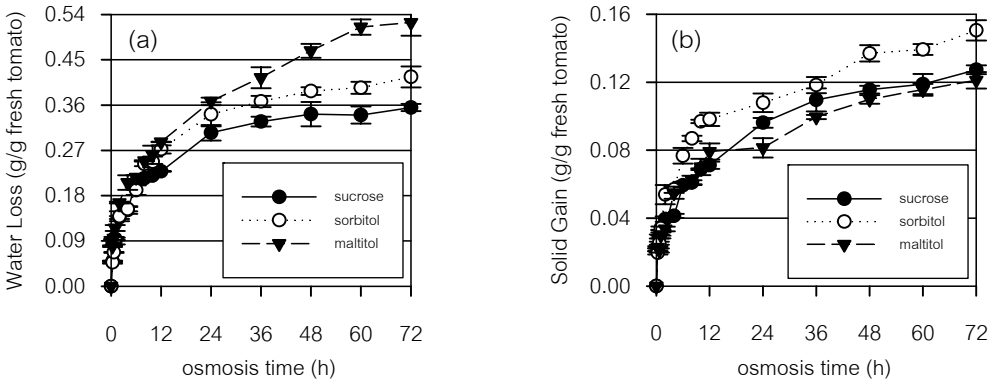


Figure 1 Water loss (a) and solid gain (b) as a function of immersion time in sucrose, sorbitol and maltitol solutions.

การใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์เพื่อทำนายกระบวนการออสโมซิส

เมื่อนำข้อมูลจากการทดลองมาหาตัวแปรในสมการ [3] และ [4] ดัง Table 1 เพื่อทำนายการสูญเสียน้ำและการเพิ่มปริมาณของแข็ง พบว่า มีความเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ (P) ระหว่างค่าจากการทดลองกับค่าจากการทำนายในช่วงร้อยละ 4.33-6.98 ซึ่งสอดคล้องกับความสัมพันธ์ที่ได้จากการเปรียบเทียบค่าจากการทดลองกับค่าจากการทำนายดัง Figure 2 นอกจากนี้สามารถใช้แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Azuara และคณะ (1992) เพื่อทำนายการสูญเสียน้ำและการเพิ่มปริมาณของแข็งที่จุดสมดุลได้ เช่น มะเขือเทศสด 100 กรัม ที่แช่สารละลายซูโครสความเข้มข้น 65 องศาบริกซ์ เมื่อเข้าสู่สมดุลจะเกิดการสูญเสียน้ำ 37 กรัม และมีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้น 13.2 กรัม

Table 1 Estimated parameters of equations [3] and [4] for tomatoes dehydrated in different osmotic solutions.

Osmotic solutions	WL_∞	s_1	P (%)	SG_∞	s_2	P (%)
Sucrose	0.370	0.220	5.24	0.132	0.154	6.42
Sorbitol	0.436	0.176	4.33	0.152	0.184	6.06
Maltitol	0.551	0.138	6.98	0.125	0.169	6.84

Mean relative deviation (P%) is the percentage of the difference between experimental and predicted values.

สรุปผล

ชนิดของตัวถูกละลายออสโมติกมีผลต่อการถ่ายเทมวลสารในกระบวนการออสโมซิสมะเขือเทศโดยการแช่สารละลายมอลทิทอลทำให้มะเขือเทศสูญเสียน้ำมากที่สุด การแช่สารละลายซอร์บิทอลทำให้มะเขือเทศมีปริมาณของแข็งเพิ่มขึ้นมากที่สุด เนื่องจากน้ำหนักโมเลกุลของตัวถูกละลายมีความสัมพันธ์กับการเพิ่มปริมาณของแข็ง และอัตราส่วนระหว่างการสูญเสียน้ำและการเพิ่มของแข็ง แต่ไม่มีความสัมพันธ์กับการสูญเสียน้ำ โดยตัวถูกละลายที่มีน้ำหนักโมเลกุลน้อย จะทำให้มะเขือเทศมีการเพิ่มของแข็งมากและอัตราส่วนระหว่างการสูญเสียน้ำและการเพิ่มของแข็งน้อย นอกจากนี้ระยะเวลาในการแช่จะมีผลต่อการถ่ายเทมวลสาร คือ เมื่อระยะเวลาการแช่นานขึ้น ทำให้มะเขือเทศสูญเสียน้ำมากขึ้นและมีของแข็งเพิ่มขึ้น โดยสามารถใช้

แบบจำลองทางคณิตศาสตร์ของ Azuara และคณะ (1992) เพื่อทำนายการสูญเสียน้ำและการเพิ่มปริมาณของแข็งได้โดยมีความเบี่ยงเบนสัมพัทธ์ (P) ร้อยละ 4.33-6.98

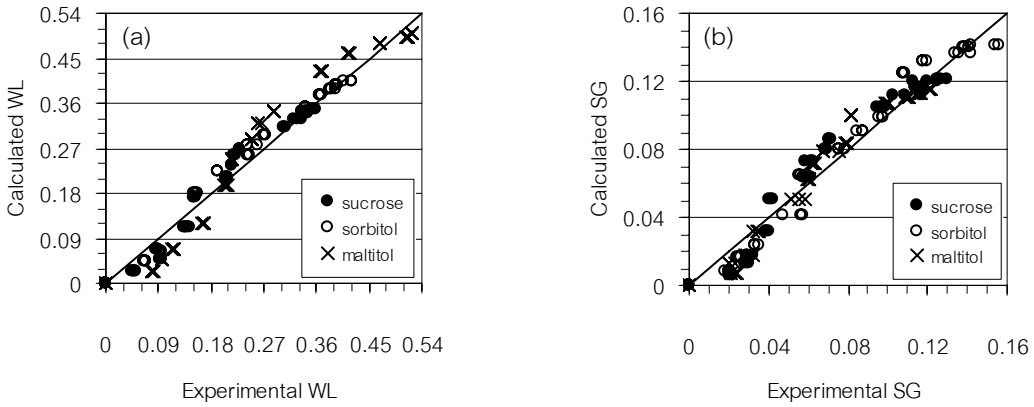


Figure 2 Deviation between experimental data and calculated values using the model of Azuara et al. (1992). (a) Water Loss (sucrose, r^2=0.966; sorbitol, r^2=0.980; maltitol, r^2=0.948); (b) Solid Gain (sucrose, r^2=0.954; sorbitol, r^2=0.968; maltitol, r^2=0.945)

เอกสารอ้างอิง

กานต์นลิน คงศักดิ์, สริญญา บริบูรณางกูร และบุศรากรณ์ มหาโยธี, 2549, การพัฒนากระบวนการผลิตผลไม้แช่อิ่มอบแห้งชนิดที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำปราศจากสารกลุ่มเมตาไบซัลไฟต์และไม่มีการเติมวัตถุกันเสีย, รวบรวมผลงานโครงงานที่ได้รับทุน IRPUS ประจำปี 2548, สำนักงานโครงการ IRPUS, กรุงเทพฯ, 6 หน้า.

ชลธิชา ปิตตาระเต, นภาพร เจริญชัยเพชร และศรีวิกรณ์ ดิษฐอุดมโพธิ์, 2550, การพัฒนากระบวนการแช่อิ่มอบแห้งสำหรับมะเขือเทศแห้งที่มีปริมาณน้ำตาลต่ำ, รวบรวมผลงานโครงงานที่ได้รับทุน IRPUS ประจำปี 2549, สำนักงานโครงการ IRPUS, กรุงเทพฯ, 7 หน้า.

ศิวาพร ศิวเวชช, 2546, วัตถุเจือปนอาหาร, โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, นครปฐม, หน้า 219-287.

Azoubel, P.M. and Elizabeth Xidieh Murr, F., 2004, Mass transfer kinetics of osmotic dehydration of cherry tomato, Journal of Food Engineering, 61(3): 291-295.

Azuara, E., Cortes, R., Garcia, H. S. and Berstian, C. I., 1992, Kinetic model for osmotic dehydration and its relationship with Fick's Second Law, International Journal of Food Science and Technology, 27: 239-242.

Dermesonlouoglou, E. K., Giannakourou, M. C. and Taoukis, P., 2007, Stability of dehydrofrozen tomatoes pretreated with alternative osmotic solutes, Journal of Food Engineering, 78(1): 272-280.

Giannakourou, M. C. and Taoukis, P. S., 2003, Stability of dehydrofrozen green peas pretreated with nonconventional osmotic agents, Journal of Food Science, 68(6): 2002-2010

Giraldo, G., Talens, P., Fito, P. and Chiralt, A., 2003, Influence of sucrose solution concentration on kinetics and yield during osmotic dehydration of mango, Journal of Food Engineering, 58(1): 33-43.

Lazarides, H. N., Katsanidis, E. and Nickolaidis, A., 1995, Mass transfer kinetics during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake, Journal of Food Engineering, 25(2): 151-166.

Lerici, C. R., Pinnavaia, G., Dalla Rosa, M. and Bartolucci, L., 1985, Osmotic dehydration of fruit: influence of osmotic agents on drying behavior and product quality. Journal of Food Science, 50(4): 1217-1219.

Mandala, I. G., Anagnostaras, E. F. and Oikonomou, C. K., 2005, Influence of osmotic dehydration conditions on apple air-drying kinetics and their quality characteristics, Journal of Food Engineering, 69(3): 307-316.

Velic, D., Planinic, M., Tomas, S. and Bilic, M., 2004, Influence of airflow velocity on kinetics of convection apple drying, Journal of Food Engineering, 64(1): 97-102.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 119-122 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 119-122 (2550)

การพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวโพดเสริมแคลเซียมสูงจากงา

Developemnt of High Calcium Corn Milk Beverage with Sesame Supplement

บุษรินทร์ ยิ่งแจ่มศิริ[1] เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์[2] และ ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์[1]

Yingjaemsiri, B.[1], Thumthanarak, B.[2] and Luangpituksa, P.[1]

Abstract

The corn milk product has gained increasing attention as an alternative cereal beverage for health-concerning consumer and lactose intolerance people. However, the corn milk product contains low amount of calcium content compared to cow milk. Therefore, attempts to supplement the sesame as a natural source of calcium were studied. The addition of sesame into the corn milk formula was compared at 5%, 7% and 9%. The chemical and physical qualities of these products were analyzed. The results showed that the developed corn milk products with sesame supplementation of 7% and 9% contained calcium at 22% and 25% Thai RDI, respectively. The 7% and 9% sesame supplemented corn milk products composed of 84.93 and 81.70% moisture, 7.39 and 8.71% carbohydrate, 4.68 and 5.84% fat, 2.60 and 2.81% protein, 0.94 and 0.94% ash, respectively. In addition, the soluble solids of 7% and 9% sesame supplemented corn milk products were 8.9 and 9.0 °Brix. The color (L*, a*, b*) of the corn milk products with 7%and 9%sesame were 67.21, -2.01, 15.10 and 68.04, -1.18, 13.54, respectively. The results of sensory analysis revealed that overall preferences scored as slightly like. According to Thai RDI, the products fortified with 7% and 9% sesame can be claimed as high-calcium corn milk products.

Keywords : beverage, corn milk, calcium, sesame

บทคัดย่อ

ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดกำลังได้รับความนิยมโดยเป็นเครื่องดื่มจากธัญพืชทางเลือกสำหรับกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจสุขภาพและผู้ที่แพ้น้ำนมวัว อย่างไรก็ตามผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดนี้มีปริมาณแร่ธาตุโดยเฉพาะปริมาณแคลเซียมน้อยมากเมื่อเทียบกับน้ำนมวัว ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงได้พัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดแคลเซียมสูงโดยใช้การเสริมงาเพื่อให้เป็นแหล่งแคลเซียมธรรมชาติ โดยการเปรียบเทียบปริมาณงาซึ่งใช้แทนที่ปริมาณเนื้อข้าวโพดในปริมาณร้อยละ 5, 7 และ 9 ผลการวิเคราะห์พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงาที่ 7% และ 9% มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 176.8 และ 197.98 มิลลิกรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค 200 มิลลิลิตร ซึ่งคิดเป็นปริมาณแคลเซียมร้อยละ 22 และ 25 ของปริมาณที่แนะนำต่อวัน (recommended daily intake, RDI) ตามลำดับ ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าน้ำนมข้าวโพดเสริมงาที่ 7%และ 9% มีความชื้นร้อยละ 84.93 และ 81.70 คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 7.39 และ 8.71, ไขมันร้อยละ 4.68 และ 5.84 โปรตีนร้อยละ 2.60 และ 2.81 เถ้าร้อยละ 0.94 และ 0.94 ตามลำดับนอกจากนี้พบว่าน้ำนมข้าวโพดเสริมงา 7%และ 9% มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.9 และ 9.0 องศาบริกซ์ และค่าสีในระบบ L*, a*, b* เท่ากับ 67.21, -2.01, 15.10 และ 68.04, -1.18, 13.54 ตามลำดับ ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสพบว่า ผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงาทั้งสองชนิดในระดับความชอบเล็กน้อย เมื่อพิจารณาจากค่าปริมาณที่แนะนำต่อวันของประเทศไทยพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงาทั้ง 7% และ 9% สามารถกล่าวอ้างว่าเป็นผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดแคลเซียมสูงได้

คำสำคัญ : ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม น้ำนมข้าวโพด แคลเซียม งา

คำนำ

ข้าวโพดหวานมีชื่อทางวิทยาศาสตร์ว่า *Zea mays saccharata* เป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญชนิดหนึ่งของประเทศไทยมีการปลูก

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีชีวภาพ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหิดล พญาไท กทม. 10400

[1]Department of Biotechnology, Faculty of Science, Mahidol University, Payathai, Bangkok, 10400

[2]ภาควิชาเทคโนโลยีอุตสาหกรรมเกษตรคณะวิทยาศาสตร์ประยุกต์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าพระนครเหนือ 1518 ถ.พิบูลสงคราม บางซื่อ กทม.10800

[2]Department of Ago-Industrial technology, Faculty of Applied Science, King Mongkut's Institute of Technology North Bangkok, 1518 Piboonsongkarm Rd., Bangsou, Bangkok 10800

กันมากทางภาคเหนือ ภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ภาคตะวันตกและภาคใต้ ประเทศไทยเป็นผู้ส่งออกข้าวโพดหวานเป็นอันดับที่สี่ของโลก โดยปัจจุบันประเทศไทยส่งออกข้าวโพดหวานต้มสุกและข้าวโพดหวานแปรรูปคิดเป็นร้อยละ 98 ส่วนที่เหลือเป็นข้าวโพดหวานแช่เยือกแข็ง ด้วยเหตุนี้ประเทศไทยจึงมีการพัฒนาเทคโนโลยีการแปรรูปข้าวโพดหวานเพื่อเพิ่มมูลค่าเป็นผลิตภัณฑ์อาหารสำเร็จรูปต่างๆ เช่น ข้าวโพดหวานแช่เยือกแข็ง ข้าวโพดหวานบรรจุกระป๋อง ซุปข้าวโพด ขนมอบกรอบ เป็นต้น น้ำนมข้าวโพดเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มแปรรูปจากข้าวโพดหวานระยะน้ำนมโดยเริ่มมีการศึกษาพัฒนาวิธีการและปรับปรุงสูตรน้ำนมข้าวโพดทั้งในระดับงานวิจัย ระดับชุมชน และตลอดจนในระดับการผลิตเชิงพาณิชย์ในประเทศไทยประมาณปี พ.ศ. 2546 ปัจจุบันผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดจำหน่ายในท้องตลาดหลายรูปแบบตลาดเพื่อเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชโดยเฉพาะในกลุ่มผู้บริโภคที่ใส่ใจในสุขภาพ ผู้รับประทานมังสวิรัติ ผู้แพ้นมวัวและนมถั่วเหลือง น้ำนมข้าวโพดมีสารอาหารที่ให้พลังงานและมีประโยชน์ต่อร่างกายเช่น คาร์โบไฮเดรต น้ำตาล โปรตีน โพแทสเซียม ใยอาหาร วิตามินอี และสารต้านอนุมูลอิสระเช่น เบต้าแคโรทีน เมื่อเทียบกับนมวัวหรือน้ำนมถั่วเหลือง พบว่าน้ำนมข้าวโพดมีธาตุอาหารในปริมาณที่น้อย โดยเฉพาะปริมาณแคลเซียม ซึ่งเป็นธาตุอาหารที่สำคัญต่อกระบวนการสร้างกระดูกและฟัน แคลเซียมยังควบคุมการทำงานของอวัยวะต่างๆในร่างกายเช่น การหดตัวของกล้ามเนื้อ การเต้นของหัวใจ การแข็งตัวของเลือด เมื่อมีบาดแผล การทำงานของระบบประสาท แคลเซียมยังเป็นตัวกระตุ้นการทำงานของโปรตีนอื่นๆ เช่น osteocalcin ที่ช่วยในกระบวนการสร้างและสลายกระดูก ความสำคัญของแคลเซียมในกระดูกยังทำหน้าที่ควบคุมความสมดุลของกรดและด่างในร่างกายอีกด้วย ในคนปกติต้องการแคลเซียมประมาณ 800-1500 มก./วัน หากได้รับแคลเซียมไม่เพียงพอเป็นประจำ ร่างกายจะดึงแคลเซียมที่สะสมอยู่ในกระดูกออกมาใช้ทำให้ความแข็งแรงของกระดูกลดลงจึงแตกหักได้ง่ายเป็นอาการของโรคกระดูกพรุน (osteoporosis) นอกจากนี้ในเด็กที่ขาดแคลเซียมอาจทำให้เกิดโรคกระดูกอ่อน (rickets) และ กระดูกเจริญไม่ปกติ (deformity) ในเด็กปัญหาการขาดแคลเซียมสามารถป้องกันได้โดยการบริโภคอาหารที่มีแคลเซียมเพิ่มมากขึ้น โดยเฉพาะอาหารที่เป็นแหล่งแคลเซียมที่ดีเช่น น้ำนมวัว นอกจากนี้แร่ธาตุแคลเซียมยังพบมากในพืชไร่จำพวกถั่วและงาเป็นส่วนใหญ่ โดยเฉพาะในงาขาวและงาดำ พบว่าในเมล็ดงา 100 กรัม มีปริมาณแคลเซียมอยู่ถึงประมาณ 800-1000 มิลลิกรัม สามารถนำมาใช้เสริมเป็นแหล่งแคลเซียมธรรมชาติเพื่อทดแทนการใช้แคลเซียมจากน้ำนมวัวหรือแคลเซียมสังเคราะห์ได้ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มน้ำนมข้าวโพดแคลเซียมสูงโดยการเสริมงาเพื่อให้เป็นแหล่งแคลเซียมธรรมชาติซึ่งจะเป็นการเพิ่มคุณค่าทางอาหารให้กับผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดรวมทั้งสามารถพัฒนาการใช้งาให้เกิดประโยชน์เป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตผลข้าวโพดหวานและงาซึ่งเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญอีกด้วย อีกทั้งยังเป็นสามารถเป็นผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชเสริมแคลเซียมสำหรับผู้ที่แพ้นมวัว และผู้รับประทานมังสวิรัติ

อุปกรณ์และวิธีการ

วัตถุดิบในการผลิตน้ำนมข้าวโพดแคลเซียมสูงจากงาได้แก่ น้ำ น้ำเชื่อม เกลือ ข้าวโพดหวาน และเมล็ดงา ส่วนเครื่องมือที่ใช้ในการวิจัยที่สำคัญได้แก่ เครื่องปั่นผสมความเร็วสูง เครื่องบดเมล็ดธัญพืชความเร็วสูง ตู้อบลมร้อน เตาให้ความร้อน หม้อสแตนเลส และตะแกรง 80 mesh การผลิตผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมแคลเซียมสูงจากงา (Yingjaemsiri, 2006) มีขั้นตอนดังนี้ การเตรียมส่วนผสมงา โดยนำเมล็ดงาที่สะอาดมาต้มที่ 95 องศาเซลเซียส ในอัตราส่วน งา:น้ำ เท่ากับ 1:35 เป็นเวลา 20 นาที กรองน้ำทิ้งและทำซ้ำอีกครั้ง หลังจากนั้นนำเมล็ดงาอบแห้งด้วยตู้อบลมร้อนที่อุณหภูมิ 50-60 องศาเซลเซียส นาน 10-12 ชั่วโมง จากนั้นนำไปบดด้วยเครื่องบดเมล็ดธัญพืชความเร็วสูง จนมีขนาดประมาณ 50 mesh จะได้งาบดที่มีลักษณะเป็นครีมข้นซึ่งจะนำไปใช้เป็นส่วนผสมแทนที่เนื้อข้าวโพดในปริมาณร้อยละ 5, 7 และ 9 ของปริมาณเนื้อข้าวโพดในสูตรน้ำนมข้าวโพดมาตรฐาน (Yingjaemsiri, 2006) ซึ่งประกอบด้วย เนื้อข้าวโพดหวานร้อยละ 28.5 น้ำร้อยละ 71.5 ก่อนนำไปต้มที่อุณหภูมิ 95 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 10-15 นาที จนข้าวโพดสุก และใส่เกลือขณะต้มร้อยละ 0.15 ของน้ำหนักข้าวโพดและน้ำ จากนั้นนำส่วนผสมทั้งหมดที่ต้มแล้วมาปั่นผสมขณะร้อนด้วยเครื่องปั่นผสมความเร็วสูง เป็นเวลา 10-15 วินาที แล้วนำมากรองด้วยตะแกรงความถี่ละเอียด 80 mesh 1-2 ครั้ง จนกระทั่งได้ลักษณะเป็นของเหลวคล้ายน้ำนม ทำการปรุงรสขณะร้อนโดยใช้สูตรส่วนผสมดังนี้ คือ น้ำเชื่อมร้อยละ 7 และเกลือร้อยละ 0.05 ของน้ำหนักน้ำนมข้าวโพด คนผสมให้ส่วนผสมทั้งหมดละลายเข้าเป็นเนื้อเดียวกันโดยยังคงลักษณะเป็นของเหลวคล้ายน้ำนม หลังจากนั้นทำการบรรจุผลิตภัณฑ์ใส่ขวดที่ทำการฆ่าเชื้อโดยลวกในน้ำเดือดอุณหภูมิ100องศาเซลเซียส ปิดฝาขวดให้เรียบร้อยแล้วเก็บที่อุณหภูมิ 4-10 องศาเซลเซียส นำผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดสูตรมาตรฐานและผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงาร้อยละ 5, 7 และ 9 ไปทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้บริโภคจำนวน 50 คน โดยใช้คะแนนทดสอบแบบ 9 ระดับสำหรับความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และรสชาติ และใช้คะแนนทดสอบแบบ 5 ระดับ สำหรับสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์ การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของผลิตภัณฑ์

ทั้ง 4 ตามวิธีการมาตรฐานของ AOAC (1990) ซึ่งได้แก่ ความชื้น เถ้า ไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต และปริมาณแคลเซียม และการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพได้แก่ สี (L*a*b*) ความเป็นกรด-ด่าง (pH) ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (องศาบริกซ์) เพื่อวัดความหวาน และวัดความคงตัวทางกายภาพ (physical stability) ตามวิธีมาตรฐานสำหรับน้ำนมถั่วเหลือง (Priepke และคณะ ,1980)

ผล

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ชิม 50 คน (Table1) พบว่าผู้บริโภคให้คะแนนความชอบโดยรวมผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงาทั้ง 3 ชนิดในช่วงระดับคะแนนเฉลี่ย 6.0-6.3 ซึ่งหมายถึง ความชอบเล็กน้อย ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี (Table 2) พบว่าน้ำนมข้าวโพดเสริมงาที่ 7% และ 9% มีความชื้นร้อยละ 84.93 และ 81.70, คาร์โบไฮเดรตร้อยละ 7.39 และ 8.71, ไขมันร้อยละ 4.68 และ 5.84, โปรตีนร้อยละ 2.60 และ 2.81, เถ้าร้อยละ 0.94 และ 0.94 ตามลำดับ และมีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 88.4 และ98.99 มิลลิกรัมในผลิตภัณฑ์ 100 มิลลิลิตร การวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ (Table 3) พบว่าน้ำนมข้าวโพดเสริมงา 7%และ 9% มีปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้เท่ากับ 8.9 และ 9.0 องศาบริกซ์ และค่าสีในระบบ L*, a*, b* เท่ากับ 67.21, -2.01, 15.10 และ 68.04, -1.18, 13.54 ตามลำดับ ความเป็นกรด-ด่างเฉลี่ยอยู่ในช่วง 7.0-7.1 และความคงตัวเฉลี่ยอยู่ในช่วง 0.4-0.43

Table1 Consumer sensory acceptability of the control formula and the sesame supplemented corn milk products.

Corn milk products	Overall acceptance	Appearance	Texture	Taste	Color	Odor
Control corn milk	6.97± 1.29^{a}	6.77±1.14^{a}	6.94±1.28^{a}	6.76± 1.55^{a}	3.35±0.56^{a}	2.76± 0.60^{a}
5% sesame	6.33± 1.63^{b}	5.63±1.43^{b}	6.19±1.53^{b}	6.29± 1.39^{a}	2.81± 0.93^{b}	2.75± 0.59^{a}
7% sesame	6.27± 1.60^{b}	5.56±1.83^{b}	6.23±1.76^{b}	6.33±1.44^{a}	2.75± 0.84^{b}	3.02± 0.67^{b}
9% sesame	6.04±1.94^{b}	5.35±1.70^{b}	5.62±2.18^{b}	6.29±1.49^{a}	2.79±0.98^{b}	2.92±0.71^{ab}

Data reported as mean ± standard deviation (SD), n=50 panelists

Mean values in the same column with different superscripts indicating significantly different ($p< 0.05$)

Table 2 Proximate composition per 100 ml of control corn milk and sesame supplemented corn milk products.

Corn milk products	Moisture (g)	Ash (g)	Protein (g)	Fat (g)	Carbohydrate (g)	Ca (mg)
Control corn milk	97.00±0.03	0.63±0.01	1.77±0.03	0.42±0.02	0.18±0.02	10.44[1]
5% sesame	85.59±0.02	0.83±0.02	2.29± 0.03	3.64±0.01	7.65±0.01	68.64[1]
7% sesame	84.39±0.03	0.94±0.03	2.60±0.03	4.68±0.01	7.39±0.01	88.4[1]
9% sesame	81.70±0.02	0.94± 0.00	2.81±0.03	5.84±0.01	8.71±0.01	98.99[1]

Data reported as mean ± standard deviation (SD), n=3

[1]The values are analytical results from Institute of Nutrition, Mahidol University

Table 3 Physical properties of the control corn milk and sesame supplemented corn milk products.

Physical properties		Control corn milk	5% sesame	7% sesame	9% sesame
Color	L*	60.52±1.95^{a}	67.28±0.77^{b}	67.21±0.67^{b}	68.04±2.04^{b}
	a*	(-)5.57±0.26^{a}	(-)2.76±0.17^{b}	(-)2.01±0.17^{c}	(-)1.18±0.13^{d}
	b*	17.15±0.57^{a}	16.26± 0.30^{b}	15.10±0.43^{c}	13.54± 0.50^{d}
pH		7.0 ± 0.1^{a}	7.1 ± 0.1^{a}	7.0 ± 0.0^{a}	7.1 ± 0.1^{a}
Soluble solids (^{o}Brix)		8.7 ± 0.1^{a}	8.8 ± 0.2^{a}	8.9 ± 0.1^{a}	9.0 ± 0.1^{a}
Physical stability		0.47 ± 0.05^{a}	0.44 ± 0.21^{b}	0.40 ± 0.10^{b}	0.43 ± 0.15^{b}

Data reported as mean ± standard deviation (SD), n=3

Means values in the same row with different superscripts are significantly different ($p< 0.05$)

วิจารณ์ผล

จากผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสกับผู้ชิม 50 คน พบว่าผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงา 5%, 7% และ 9% ได้คะแนนความชอบโดยรวม ลักษณะปรากฏ เนื้อสัมผัส และรสชาติ มากกว่าระดับคะแนน 5.00 แสดงว่าผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงาดังกล่าวได้รับการยอมรับ โดยเฉพาะคะแนนด้านรสชาติของน้ำนมข้าวโพดเสริมงาพบว่าไม่มีความแตกต่างกับสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) สำหรับสีและกลิ่นของผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงาพบว่าเมื่อมีการเสริมงาเพิ่มขึ้นผลิตภัณฑ์จะยิ่งเป็นสีเหลืองอ่อนจางลงกว่าสูตรมาตรฐาน และจะมีกลิ่นงาเข้ามาร่วมกับกลิ่นของข้าวโพดเพิ่มมากขึ้นด้วย ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีพบว่าน้ำนมข้าวโพดเสริมงาที่ 5%, 7%และ 9% มีปริมาณแคลเซียมเท่ากับ 68.64, 88.4 และ 98.99 มิลลิกรัมต่อผลิตภัณฑ์ 100 มิลลิลิตร ซึ่งคิดเป็น 6, 8 และ 9 เท่าของสูตรมาตรฐานตามลำดับ คิดเป็นปริมาณแคลเซียม 137.28, 176.8 และ 197.98 มิลลิกรัมต่อหนึ่งหน่วยบริโภค 200 มิลลิลิตร คำนวณเป็นปริมาณแคลเซียมร้อยละ 17, 22 และ 25 ของปริมาณแคลเซียมที่แนะนำต่อวันสำหรับคนไทยตามลำดับ ดังนั้นสามารถกล่าวได้ว่าผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงา 7% และ 9% เป็นผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดแคลเซียมสูงได้ ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงา 5% สามารถกล่าวได้ว่าเป็นแหล่งของแคลเซียม ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ แสดงให้เห็นว่าเมื่อเสริมงาเพิ่มขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีความสว่างเพิ่มขึ้นเมื่อเทียบกับสูตรมาตรฐาน มีสีเขียวและเหลืองลดลงอย่างมีนัยสำคัญซึ่งสอดคล้องกับผลการชิมโดยผู้ชิม 50 คนที่ว่าผลิตภัณฑ์เสริมงามีสีอ่อนกว่าสูตรมาตรฐานทั้งนี้เนื่องจากครีมงาบดที่ใช้เสริมมีสีน้ำตาลอ่อน นอกจากนี้ความคงตัวของผลิตภัณฑ์เสริมงาต่ำกว่าสูตรมาตรฐานอย่างมีนัยสำคัญทำให้มีลักษณะเป็นตะกอนนอนก้นและมีการแยกชั้นอย่างเห็นได้ชัด ทั้งนี้เนื่องจากงามีโปรตีนและไขมันมากทำให้เกิดการแยกชั้นและตกตะกอนขององค์ประกอบที่ไม่ละลายน้ำเช่น โปรตีนขนาดใหญ่ สารที่เกิดจากการรวมตัวกันของโปรตีน และแป้ง เป็นต้น

สรุปผล

ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงา 5%, 7% และ 9% มีลักษณะเป็นของเหลวข้นสีเหลืองอ่อน มีรสชาติหวานมัน มีกลิ่นหอมของข้าวโพดและงา มีความหวานที่ระดับ 8.8-9.0 องศาบริกซ์ ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภคที่ระดับชอบเล็กน้อย อาจมีการตกตะกอนหรือแยกชั้นเมื่อวางทิ้งไว้ น้ำนมข้าวโพดเสริมงาที่ 7%และ 9% มีปริมาณแคลเซียมร้อยละ 22 และ 25 ของปริมาณแคลเซียมที่แนะนำต่อวันสำหรับคนไทยตามลำดับสามารถกล่าวอ้างเป็นผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดแคลเซียมสูงได้ ส่วนผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมงา 5% สามารถกล่าวอ้างได้ว่าเป็นแหล่งของแคลเซียม ทำให้ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่มธัญพืชเสริมแคลเซียมนี้เป็นทางเลือกหนึ่งสำหรับผู้ที่แพ้นมวัวและผู้รับประทานมังสวิรัติแล้วยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้แก่ผลิตผลข้าวโพดหวานและงาซึ่งเป็นพืชไร่เศรษฐกิจที่สำคัญของประเทศไทยอีกด้วย ผลิตภัณฑ์น้ำนมข้าวโพดเสริมแคลเซียมจากงาจากงานวิจัยนี้ได้รับการจดทะเบียนอนุสิทธิบัตรเพื่อรับรองเป็นทรัพย์สินทางปัญญาแล้ว

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนด้านการเงินบางส่วนจาก โครงการทุน ADB: Asian Development Bank-Japan Scholarship Program และได้รับการสนับสนุนด้านวัตถุดิบและกระบวนการผลิตน้ำนมข้าวโพดสูตรมาตรฐานจาก โรงงานงานแปรรูปน้ำนมข้าวโพดไร่สุวรรณฯ ณ ศูนย์วิจัยข้าวโพดและข้าวฟ่างแห่งชาติ มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์

เอกสารอ้างอิง

AOAC,1990, Official methods of analysis: food composition; additives; natural contaminants,15th ed., vol. 2, Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists.

Prieoke, P. E., Wei, L. S., Nelson, A. I. and Steinberg, M. P., 1980, Suspension stability of Illinois soybean beverage, Journal of Food Science, 45: 242-245.

Yingjaemsiri, B., 2006, Formualtion and development of value-added products from sweet corn of National Corn and Sorghum Research Center, (M.Sc.) Thesis, Department of Biotechnology, Faculty of Graduate Studies, Mahidol University, Bangkok.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 123-126 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 123-126 (2550)

การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม

Process Development of Calcium Fortified Quick Cooking Rice

พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์[1] รัชนก บุญเลิศ[1] และ อรุษา เชาวนลิขิต[1]

Sirisoontaralak, P.,[1] Boonlerd, R.,[1] and Chaovanalikit, A.[1]

Abstract

Three different processes in terms of soaking method (soak-cook-dry) at room temperature, 40 and 60°C, dry heat method (dry heat-cook-dry) at temperature of 100, 130 and 150°C and freeze-vacuum drying method (cook-freeze-vacuum dry) at temperature of 70, 80 and 90°C were investigated. Quick cooking rice from soaking and dry heat method had shorter rehydration time than that from freeze-vacuum drying method. Sensory scores for overall acceptability of quick cooking rice from freeze-vacuum drying method, however, were more than those from soaking and dry heat method respectively. Fortification was applied using calcium solution (3%w/V) during soaking stage in soaking method and cooking stage in freeze-vacuum drying method. Quick cooking rice fortified with calcium during cooking stage had more calcium content than that fortified during soaking stage. Panelists gave overall acceptability scores for calcium fortified quick cooking rice not different from ordinary cooked rice.

Keywords : Thai jasmine rice, quick cooking rice, calcium

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการพัฒนากระบวนการผลิตข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมด้วยวิธีแตกต่างกัน 3 วิธี ได้แก่ วิธีแช่น้ำ-หุงสุก-ทำแห้ง (วิธี soaking) โดยแช่ข้าวสารในน้ำที่อุณหภูมิห้อง 40 และ 60°C วิธีความร้อนแห้ง-หุงสุก-ทำแห้ง (วิธี dry heat) โดยให้ความร้อนแห้งแก่ข้าวสารที่อุณหภูมิ 100, 130 และ 150°C และวิธีแช่แข็ง-หุงสุก-ทำแห้งสุญญากาศ (วิธี freeze-vacuum drying) โดยทำแห้งข้าวสุกแบบสุญญากาศที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90°C พบว่าข้าวหุงสุกเร็วจาก วิธี soaking และ วิธี dry heat ใช้เวลาคืนรูปน้อยกว่า วิธี freeze-vacuum drying แต่เมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนการยอมรับโดยรวมของข้าวหุงสุกจาก วิธี freeze-vacuum drying มากกว่า วิธี soaking และ วิธี dry heat ตามลำดับ จากนั้นเสริมแคลเซียมในรูปสารละลาย (3% w/v) ในขั้นตอนการแช่น้ำของวิธี soaking และ ในขั้นตอนการหุงสุกของวิธี freeze-vacuum drying พบว่าข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมแคลเซียมในขั้นตอนการหุงสุกมีปริมาณแคลเซียมมากกว่าในขั้นตอนการแช่น้ำ และผู้ชิมให้คะแนนการยอมรับโดยรวมระหว่างข้าวหุงสุกธรรมดาและข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : ข้าวหอมมะลิ ข้าวหุงสุกเร็ว แคลเซียม

คำนำ

ข้าวหอมมะลิเป็นสินค้าเกษตรที่มีมูลค่าสำหรับทางเศรษฐกิจของประเทศไทย แต่ในปัจจุบันตลาดการค้าข้าวเริ่มมีการเปลี่ยนแปลงจากประเทศที่มีต้นทุนทางการเกษตรต่ำกว่าประเทศไทย ทำให้เกิดผลกระทบต่อตลาดข้าวสารส่งออก และเพื่อรองรับสถานการณ์ข้างต้น จึงควรพัฒนาผลิตภัณฑ์ข้าวแปรรูปเพื่อเพิ่มมูลค่าผลิตภัณฑ์และเพื่อสร้างทางเลือกเพิ่มเติมจากตลาดส่งออกข้าวสาร และจากการเปลี่ยนแปลงวิถีการดำรงชีวิตของคนรุ่นใหม่ที่ต้องการผลิตภัณฑ์อาหารที่สะดวกและให้ความรวดเร็วในการจัดเตรียมและสามารถตอบสนองต่อความต้องการของชีวิตที่เร่งด่วน อาหารประเภทหุงสุกเร็วหรืออาหารกึ่งสำเร็จรูป เช่น บะหมี่กึ่งสำเร็จรูป (instant noodle) จึงได้รับความนิยมมากในปัจจุบัน สำหรับข้าวซึ่งถือเป็นส่วนประกอบหลักของอาหารไทย การพัฒนากระบวนการผลิตข้าวหุงสุกเร็ว (quick cooking rice) ที่สามารถหุงสุกเร็วขึ้น หรือสามารถสุกได้ด้วยการเติมน้ำร้อนจะช่วยเพิ่มทางเลือกให้ผู้บริโภค อย่างไรก็ตาม ข้อควรระวังสำหรับผู้บริโภคบางกลุ่มที่มักพึ่งพิงอาหารแปรรูป คือ ภาวะการขาดแคลนสารอาหารบางชนิดโดยเฉพาะ วิตามินและเกลือแร่ ซึ่งอาจสูญเสียจากกระบวนการแปรรูป ดังนั้นผู้ผลิตอาหารแปรรูปโดยเฉพาะอาหารกึ่งสำเร็จรูป จึงควรจะเติมสารอาหารที่จำเป็นต่อร่างกายในผลิตภัณฑ์ โดยเฉพาะแคลเซียมซึ่งเป็นสารอาหารที่จำเป็นต่อการสร้างกระดูก ป้องกันภาวะกระดูกพรุน ทั้งนี้เป็นที่ทราบกันทั่วไปว่าอาหารที่มีแคลเซียมสูงและ

[1] สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ซ. สุขุมวิท 23, เขตวัฒนา, กรุงเทพฯ 10110

[1]Division of Food Science and Nutrition, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Soi Sukhumwit 23, Wattana, Bangkok, 10110

เป็นที่นิยมของคนไทย คือ นม แต่ยังคงมีรายงานภาวะทุพโภชนาการจากการขาดแคลเซียมอยู่บ่อยครั้ง เพราะผู้บริโภคบางคนอาจมีอาการ "ไม่ถูกกับนม" โดยจะมีอาการปวดมวนท้อง และท้องเสียเมื่อดื่มนม เนื่องจากระบบย่อยอาหารในร่างกายไม่สามารถย่อยน้ำตาลแลคโตสที่มีอยู่ในนมได้ เรียกว่าอาการ lactose intolerance ดังนั้นจึงมีความจำเป็นต้องเสริมแคลเซียมให้กับอาหารอื่น โดยเฉพาะอาหารหลักอย่างข้าว โดยการพัฒนากระบวนการผลิตข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมเพื่อเป็นทางเลือกใหม่ของแหล่งอาหารแคลเซียมซึ่งจะทำให้ประชากรมีคุณภาพชีวิตและมีสุขภาพที่แข็งแรง

อุปกรณ์และวิธีการ

นำข้าวสารพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 มาผลิตข้าวหุงสุกเร็ว 3 วิธี ได้แก่ (1) วิธีแช่น้ำ-หุงสุก-ทำแห้ง (วิธี soaking) โดยนำข้าวสารมาแช่น้ำข้าวสารที่อุณหภูมิห้อง (30±3°C), 40°C และ 60°C จนข้าวมีความชื้นประมาณ 30 % (wb) จากนั้นหุงข้าวในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100°C (อัตราส่วนข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:5) หุงจนกว่าข้าวเกิดเจลาติไนซ์ 80% แล้วจึงนำข้าวมาล้างด้วยน้ำเย็นอุณหภูมิ 5°C ทันที จากนั้นนำข้าวที่ได้ไปทำแห้งด้วยเตาอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 90°C จนข้าวมีความชื้นสุดท้ายประมาณ 7-10% (wb), (2) วิธีความร้อนแห้ง-หุงสุก-ทำแห้ง (วิธี dry heat) โดยให้ความร้อนแห้งแก่ข้าวสารด้วยเตาอบลมร้อน ที่อุณหภูมิ 100, 130 และ 200°C เป็นเวลา 10 นาที จากนั้นหุงข้าวในน้ำเดือด ล้างน้ำเย็น และทำแห้ง ด้วยสภาวะเช่นเดียวกับวิธีที่ 1 และ (3) วิธีแช่แข็ง-หุงสุก-ทำแห้งสุญญากาศ (วิธี freeze-vacuum drying) โดยนำข้าวสารมาหุงในน้ำเดือดที่อุณหภูมิ 100°C (อัตราส่วนของข้าวต่อน้ำเท่ากับ 1:5) ล้างน้ำเย็น นำข้าวหุงสุกมาแช่แข็งที่อุณหภูมิ -20°C เป็นเวลา 6 ชั่วโมง และละลายน้ำแข็งที่อุณหภูมิห้อง (30±3°C) เป็นเวลา 1 ชั่วโมง แล้วจึงนำไปทำแห้งโดยใช้เครื่องทำแห้งแบบสุญญากาศ ที่อุณหภูมิ 70, 80 และ 90°C จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพของข้าวหุงสุกเร็วก่อนคืนรูป ได้แก่ เวลาในการคืนรูป โดยการใส่ข้าวในน้ำเดือดอัตราส่วน 1:5 จับเวลาจนกระทั่งข้าวสุก 80% ของข้าวที่ใส่ลงไป และ ค่าสี (L* (ความสว่าง), a* (ความเป็นสีแดง), b* (ความเป็นสีเหลือง)) ด้วยเครื่อง color guide gloss (BYK Gardner GmbH, Germany) และคุณภาพหลังการคืนรูป ได้แก่ ค่าสี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส โดยให้ผู้ชิมกึ่งฝึกฝนซึ่งเป็นนิสิตสาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ จำนวน 10 คน ชิมและให้คะแนนความชอบด้านสี, กลิ่น, รส, เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม แบบแบ่งสเกล 9 ระดับ (9-point hedonic scale) จากนั้นเลือกสภาวะการผลิตที่ดีที่สุดของแต่ละวิธี ทำการศึกษาการเสริมแคลเซียมในข้าวหุงสุกเร็วในขั้นตอนการแช่น้ำของวิธี soaking โดยนำข้าวสารไปแช่สารละลายแคลเซียมแลกเตต ความเข้มข้น 3% w/v อัตราส่วนข้าวต่อสารละลายเป็น 1:5 จากนั้นหุงสุก ล้างน้ำเย็นและทำให้แห้งจนได้ข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม (สภาวะการผลิตเป็นสภาวะที่เลือกจากการทดลองข้างต้น) สำหรับการเสริมแคลเซียมในขั้นตอนการหุงสุกของวิธี freeze-vacuum drying ทำได้โดยนำข้าวสารไปหุงสุกด้วยสาระลายแคลเซียมแลกเตต

ความเข้มข้น 3% w/v อัตราส่วนข้าวต่อสารละลายเป็น 1:5 จากนั้นล้างน้ำเย็น แช่แข็ง ละลายน้ำแข็ง และทำแห้งแบบสุญญากาศจนได้ข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียม (สภาวะการผลิตเป็นสภาวะที่เลือกจากการทดลองข้างต้น) จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมก่อนการคืนรูป ได้แก่ เวลาในการคืนรูปและค่าสี และคุณภาพข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมหลังคืนรูป ได้แก่ ค่าสี และคุณภาพทางประสาทสัมผัส และวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมในข้าวหุงสุกเร็ว โดยนำตัวอย่างมาเผาเถ้า จากนั้นละลายเถ้าในกรด HNO_3 ในอัตราส่วนเถ้าต่อกรด เท่ากับ 1:4 และเจือจางใน deionized water จนได้ปริมาตรเป็น 100 มิลลิลิตร จากนั้นนำไปวิเคราะห์ปริมาณแคลเซียมโดยใช้เครื่อง atomic absorption spectroscopy (PERKIN ELMER Analyst 100, Singapore)

ผลและวิจารณ์ผล

ข้าวหุงสุกเร็วใช้เวลาในการหุงสั้นกว่าข้าวสารปกติ 2-6 เท่า โดยข้าวหุงสุกเร็วที่ผลิตด้วยวิธี soaking และวิธี dry heat ใช้เวลาในการคืนรูปประมาณ 3-4 นาที และ 2-4 นาที ตามลำดับ ซึ่งน้อยกว่าวิธี freeze-vacuum drying ซึ่งใช้เวลาคืนรูป 7 นาที สำหรับวิธี soaking การแช่ข้าวสารทำให้เกิดรอยแตกภายในเมล็ดข้าวทำให้น้ำถูกดูดซับเร็วขึ้นในระหว่างการคืนรูป (Roberts และคณะ, 1980) อุณหภูมิในการแช่ข้าวสารไม่มีผลต่อระยะเวลาในการคืนรูป เนื่องจากแช่ข้าวสารทุกตัวอย่างมีปริมาณความชื้นเพียงพอต่อการเกิดเจลาติไนซ์เซชัน ข้าวหุงสุกเร็วหลังคืนรูปจะมีค่าความเป็นสีเหลืองสูงกว่า ข้าวหุงสุกอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) และเมื่อพิจารณาจากคะแนนทางประสาทสัมผัสของข้าวหุงสุกเร็วหลังคืนรูป พบว่าคะแนนมีแนวโน้มลดลงเมื่อใช้อุณหภูมิในการแช่ข้าวสูงขึ้น โดยข้าวหุงสุกเร็วหลังคืนรูปที่ผลิตจากการแช่ข้าวสารที่ 40°C ได้รับคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงกว่าอุณหภูมิอื่น การให้ความร้อนแห้งแก่ข้าวสารในวิธี dry heat ทำให้เกิดรอยแตกเล็กจำนวนมากตลอดเม็ดข้าว ทำให้น้ำแทรกซึมเข้าเมล็ดมากขึ้น ทำให้ใช้เวลาน้อยในการคืนรูป (Daniels, 1970) โดยเวลาคืนรูปสั้นที่สุด เมื่อใช้อุณหภูมิความ

ร้อนแห้งสูงที่สุดและค่าความเป็นสีเหลืองของข้าวหุงสุกเร็วก่อนคืนรูปไม่แตกต่างจากข้าวสาร ($p>0.05$) แต่ค่าความเป็นสีเหลืองของข้าวหุงสุกเร็วหลังคืนรูปสูงกว่าข้าวหุงสุกอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) และสูงขึ้นตามอุณหภูมิความร้อนแห้งที่ปรับใช้ ซึ่งอาจจะเกิดจาก maillard reaction สำหรับคะแนนทางประสาทสัมผัสของข้าวหุงสุกเร็วหลังคืนรูปที่ผลิตด้วยวิธี dry heat ค่อนข้างน้อยกว่าวิธีอื่น โดยเฉพาะด้านสี เนื้อสัมผัส และการยอมรับโดยรวม ทั้งนี้น่าจะเป็นเพราะข้าวมีลักษณะแตก ไม่คงรูป ไม่เต็มเมล็ด และมีสีคล้ำ โดยคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดเมื่อใช้ความร้อนแห้ง 100°C และลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ตามอุณหภูมิความร้อนแห้ง สำหรับวิธี freeze-vacuum drying การแช่เยือกแข็งข้าวสุกจะทำให้โครงสร้างของเมล็ดข้าวขยายขนาดขึ้น มีลักษณะรูพรุนคล้ายฟองน้ำ จึงเพิ่มความสามารถในการดูดซับน้ำของเมล็ดข้าว ส่วนการทำแห้งแบบสุญญากาศ ช่วยลดเวลาในการทำแห้งให้เร็วขึ้น และทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีและลักษณะปรากฏไม่มาก ซึ่งแสดงจากค่าความเป็นสีเหลืองของข้าวหุงสุกเร็วหลังคืนรูปไม่แตกต่างจากข้าวหุงสุกอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสของข้าวหุงสุกเร็วหลังคืนรูปที่ผลิตจากวิธี freeze-vacuum drying สูงกว่าวิธีอื่น โดยคะแนนการยอมรับโดยรวมสูงสุดเมื่อใช้เวลาในการทำแห้งสุญญากาศข้าวหุงสุกที่ 70°C (Table 1)

Table 1 คุณภาพของข้าวหุงสุกเร็วก่อนและหลังคืนรูปที่ผลิตด้วยวิธีแตกต่างกัน

method	condition	quick cooking rice properties		rehydrated quick cooking rice properties						
		rehydration time (min)	b*	b*	sensory scores					
					color	odor	taste	texture	appearance	overall acceptability
soaking	control[1]	13	12.07b[2]	3.85a	7.2c	6.7b	6.5b	7.2c	6.9b	7.2c
	30°C	3	9.98a	6.79c	5.7ab	5.2a	4.9a	4.3ab	6.1b	5.0b
	40°C	4	10.53ab	5,45b	6.0b	5.8ab	4.5a	4.8b	6.2b	5.5b
	60°C	4	11.27ab	6.06bc	4.8a	5.3a	4.2a	3.4a	4.6a	4.2a
dry heat	control[1]	13	12.07a	3.85a	6.9b	6.5b	6.8c	7.4b	7.3c	7.1c
	100°C	4	10.33a	5.67ab	7.1b	6.0ab	5.3b	4.0a	5.9b	5.0b
	130°C	4	11.73a	6.02ab	4.5a	5.5ab	4.1a	3.4a	4.7a	3.9a
	150°C	2	12.07a	7.69b	3.8a	5.3a	4.3ab	3.5a	4.0a	3.6a
freeze-vacuum drying	control[1]	13	12.07b	3.85a	6.7a	6.0a	6.3a	7.2a	7.1a	6.6a
	70°C	7	9.34a	4.58a	7.1a	6.8a	6.6a	7.0a	7.5a	7.2a
	80°C	7	9.33a	4.66a	7.1a	6.1a	6.3a	6.4a	7.2a	6.5a
	90°C	7	8.88a	4.32a	6.9a	6.8a	6.6a	6.8a	7.0a	6.6a

[1] Control sample for quick cooking rice was milled rice.
Control sample for rehydrated quick cooking rice was cooked rice.
[2] Means for each characteristic followed by the same letter are not significantly different at $p> 0.05$ by DMRT test.

คุณภาพของข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมแสดงใน Table 2 พบว่าข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมแคลเซียมในขั้นตอนการแช่น้ำและในขั้นตอนการหุงต้ม ใช้เวลาในการคืนรูป 4 และ 6 นาที ตามลำดับ ซึ่งไม่แตกต่างจากข้าวหุงสุกเร็วธรรมดา ที่ผลิตจากวิธี soaking (40°C) และ วิธี freeze-vacuum drying (70°C) แสดงว่าแคลเซียมไม่ขัดขวางการแทรกซึมของน้ำในขั้นตอนการแช่ข้าวสาร การหุงต้ม หรือการคืนรูปในน้ำต้มเดือด ซึ่งแตกต่างจากเกลือโซเดียมคลอไรด์และน้ำตาลซูโครสที่มีรายงานว่าการแข่งขันระหว่างโซเดียมคลอไรด์ หรือซูโครสกับน้ำ ทำให้อัตราการดูดซับน้ำในระหว่างการแช่ข้าวสารลดลง นอกจากนี้สารทั้ง 2 ชนิดสามารถเกิดพันธะกับสตาร์ช และขัดขวางการเกิดเจลาติไนซ์เซชัน (Metcalf และ Lund, 1985) สำหรับค่าความเป็นสีเหลืองของข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมไม่แตกต่างจากข้าวหุงสุก รวมถึงคะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสไม่แตกต่างจากข้าวหุงสุกอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) และแม้ว่าข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมในขั้นตอนการแช่น้ำจะมีคะแนนด้านลักษณะปรากฏสูงกว่าข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมในขั้นตอนการหุงต้มอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) แต่ปริมาณแคลเซียมที่มีอยู่น้อยกว่า โดยพบว่าข้าวหุงสุกเร็วที่เสริมแคลเซียมในขั้นตอนการแช่น้ำและขั้นตอนการหุงต้มมีปริมาณแคลเซียมมากกว่าข้าวสารปกติ ประมาณ 1.6 และ 8.6 เท่าตามลำดับ เมื่อเปรียบเทียบกับค่า Recommended Daily Intake

(RDI) สำหรับแคลเซียม 1000 มก. /วัน ข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมในขั้นตอนการแช่น้ำจะมีปริมาณแคลเซียมประมาณ 14% ของ RDI ซึ่งถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ good source of calcium ในขณะที่ข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมในขั้นตอนการหุงสุกมีปริมาณแคลเซียมประมาณ 70% ของ RDI ซึ่งถือว่าเป็นผลิตภัณฑ์ประเภท high in calcium

Table 2 คุณภาพของข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมด้วยวิธีแตกต่างกัน

Calcium fortification method	Quick cooking rice properties		Rehydrated quick cooking rice properties							Calcium content (mg/100g)
	Rehydration time (min)	b*	b*	Sensory scores						
				color	odor	taste	texture	appearance	overall acceptability	
Control[1]	13	12.07b[4]	3.68ab	6.6a	5.9a	6.0a	6.6a	6.9ab	6.5a	56.28a
Soaking[2]	4	9.95a	4.23b	6.9a	5.8a	6.2a	6.2a	7.3b	6.5a	90.82b
Cooking[3]	6	9.68a	2.54a	6.4a	4.9a	5.3a	6.0a	6.2a	5.5a	485.33c

[1] Control sample for quick cooking rice was milled rice and control sample for rehydrated quick cooking rice was cooked rice.
[2] Calcium was added during soaking stage at 40°C in soaking method
[3] Calcium was added during cooking stage in freeze-vacuum drying method with drying temperature of 70°C
[4] Means for each characteristic followed by the same letter are not significantly different at p> 0.05 by DMRT test.

สรุปผล

ข้าวหุงสุกเร็วผลิตจาก วิธี soaking และ วิธี dry heat ใช้เวลาคืนรูปน้อยกว่า วิธี freeze-vacuum drying แต่เมื่อประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัส พบว่า คะแนนการยอมรับโดยรวมของข้าวหุงสุกจาก วิธี freeze-vacuum drying มากกว่า วิธี soaking และ วิธี dry heat ตามลำดับ โดยสภาวะการผลิตที่เหมาะสมสำหรับ วิธี soaking คือ แช่ข้าวสารที่ 40°C วิธี dry heat คือ ให้ความร้อนแห้งข้าวสารที่ 100°C และวิธี freeze-vacuum drying คือ ทำแห้งสุญญากาศที่อุณหภูมิ 70°C และ พบว่าการเสริมแคลเซียมในขั้นตอนการหุงต้มทำให้แคลเซียมเข้าไปในข้าวมากกว่าการเสริมแคลเซียมในขั้นตอนการแช่ข้าว แต่คะแนนคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมในขั้นตอนการแช่น้ำมีค่ามากกว่า อย่างไรก็ตามผู้ชิมให้คะแนนการยอมรับโดยรวมระหว่างข้าวหุงสุกธรรมดาและข้าวหุงสุกเร็วเสริมแคลเซียมไม่แตกต่างกัน

เอกสารอ้างอิง

Daniels, R., 1970, Rice and bulgur quick-cooing processes, Noyes Data Corporation, New Jersey.

Metcalf, S. L. and Lund, D. B., 1985, Factors affecting water uptake in milled rice, Journal of Food Science, 50: 1676-1679, 1684.

Roberts, R. L., Carson, R. A. and Farkas, D. F., 1980, Preparation of a quick–cooking brown rice product using a centrifugal fluidized bed drier, Journal of Food Science, 45:1080-1081.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl): 127-130 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 127-130 (2550)

การอบแห้งเผือกแผ่นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน

Superheated steam and hot air drying of sliced taro

จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์[1] และ สมชาติ โสภณรณฤทธิ์[2]

Jamradloedluk, J.[1] and Soponronnarit, S.[2]

Abstract

Superheated steam (SHS) and hot air (HA) drying of taro slices were comparatively studied in this work. Effects of drying medium and temperature on drying kinetics and properties of the final products were investigated. The experimental results showed that drying rate could be enhanced by increasing drying temperature. The temperature not only affected the drying rate but also the color of the product. Taro slices dried at higher temperature possessed the lighter color than that dried at lower temperature. Considering influence of drying medium, at a specific drying temperature (130-150°C), superheated steam drying rate was higher than hot air drying rate. It could therefore infer that inversion temperature existed beyond 150°C. In addition, superheated steam drying provided the product with darker color, harder texture, and less shrinkage than hot air drying. By observation, surfaces of taro chips obtained by superheated steam drying were rougher and glossier than those obtained by hot air drying.

Keywords : color, crispiness, shrinkage, textural property

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งเผือกแผ่นด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน โดยนำเสนออิทธิพลของตัวกลางและอุณหภูมิที่ใช้ในการอบแห้งที่มีต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้งและสมบัติของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง จากผลการทดลองพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงให้อัตราการอบแห้งที่สูงกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ และผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะมีสีอ่อนกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ เมื่อพิจารณาอิทธิพลของตัวกลางในการอบแห้งในช่วงอุณหภูมิที่ทำการศึกษา (130-150°C) พบว่าอัตราการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะต่ำกว่าอัตราการอบแห้งด้วยอากาศร้อน ดังนั้นอุณหภูมิอินเวอร์ชันจึงต้องมีค่ามากกว่า 150°C นอกจากนี้ยังพบว่า การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีคล้ำกว่า แข็งมากกว่า และหดตัวน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งด้วยอากาศร้อน จากการสังเกตจะเห็นว่า ผิวของเผือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะมีลักษณะขรุขระและเป็นมันวาวมากกว่าเผือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยอากาศร้อน

คำสำคัญ : การหดตัว ความกรอบ ลักษณะเนื้อสัมผัส สี

คำนำ

การอบแห้งเป็นวิธีถนอมอาหารโดยการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่จุลินทรีย์ไม่สามารถทำงานได้ ทั้งยังเป็นการเพิ่มมูลค่าให้กับผลิตภัณฑ์ โดยการแปรรูปให้เกิดผลิตภัณฑ์ใหม่เพื่อเป็นทางเลือกสำหรับผู้บริโภคอีกด้วย การอบแห้งโดยทั่วไปจะใช้อากาศเป็นตัวกลางในการให้ความร้อน แต่เนื่องจากอากาศมีออกซิเจนเป็นองค์ประกอบหลักทำให้ในระหว่างกระบวนการอบแห้งอาจเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันซึ่งส่งผลต่อคุณภาพของผลิตภัณฑ์ จากสาเหตุดังกล่าวปัจจุบันจึงมีการนำตัวกลางอบแห้งอื่นๆ เช่น ก๊าซไนโตรเจน ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ และไอน้ำร้อนยวดยิ่ง มาใช้ในกระบวนการอบแห้ง สำหรับไอน้ำร้อนยวดยิ่งนั้นในระยะแรกจะนำมาใช้กับอุตสาหกรรมถ่านหิน ไม้ และกระดาษ เป็นส่วนใหญ่ ต่อมาจึงเริ่มมีการนำมาประยุกต์ใช้กับการอบแห้งผลิตภัณฑ์อาหารมากขึ้น จากการรวบรวมงานวิจัยที่ผ่านมาเกี่ยวกับการศึกษาเปรียบเทียบการอบแห้งอาหารด้วยอากาศร้อนและไอน้ำร้อนยวดยิ่ง สามารถสรุปได้ว่า ที่อุณหภูมิสูงกว่าอุณหภูมิอินเวอร์ชันการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะมีอัตราการอบแห้งสูงกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อน โดยอุณหภูมิอินเวอร์ชันจะขึ้นอยู่กับชนิดของผลิตภัณฑ์ เช่น อุณหภูมิอินเวอร์ชันของ tortilla chip มันฝรั่ง และกุ้งอยู่ในช่วง 130°C (Moreira, 2001) 145-165°C (Tang และ Cenkowski, 2000) และ

[1]คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ตำบลขามเรียง อำเภอกันทรวิชัย จังหวัดมหาสารคาม 44150

[1]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kantarawichai, Kamraeng, District Mahasarakham, 44150

[2]คณะพลังงานและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ แขวงบางมด เขตทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

[2]Faculty of Energy and Materials, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 126 Prachauthit Rd, Bangmod, Tungkru, Bangkok, Thailand 10140

140-150°C (Prachayawarakorn และคณะ, 2002) ตามลำดับ ส่วนคุณภาพของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งจะแตกต่างกันไป เช่น สำหรับมันฝรั่ง พบว่าเมื่อเปรียบเทียบกับการอบแห้งด้วยอากาศร้อน การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะให้ผลิตภัณฑ์ที่มีการหดตัวมากความหนาแน่น (bulk density) มาก ความพรุนน้อย สีอ่อน ค่าความแข็งน้อย และมีปริมาณวิตามินซีคงเหลือมาก (Caixeta และคณะ, 2002) ส่วนที่ผิวของผลิตภัณฑ์จะมีลักษณะเรียบและเป็นมันวาวมากกว่า นอกจากนี้ยังพบอีกว่าเม็ดแป้งที่ผิวของมันฝรั่งที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะเกิดการกลายเป็นเจล (gelatinization) ได้มากกว่าในกรณีที่อบแห้งด้วยอากาศร้อน (Iyota และคณะ, 2001) อย่างไรก็ตามสำหรับการอบแห้งทุเรียนดิบ (Jamradloedluk และคณะ, 2007) เนื้อหมู (Uengkimbuan และคณะ, 2006) และกุ้ง (Namsanguan และคณะ, 2004) พบลักษณะที่แตกต่างออกไป คือ ผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะมีสีแดงกว่า มีการหดตัวน้อยกว่า และมีค่าความแข็งมากกว่าผลิตภัณฑ์ที่ผ่านการอบแห้งด้วยอากาศร้อน

เผือก (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) เป็นพืชเศรษฐกิจที่มีศักยภาพในการส่งออกชนิดหนึ่งของประเทศไทย เนื่องจากปลูกง่ายและปลูกได้ตลอดทั้งปี แต่เผือกมีราคาค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการเพิ่มมูลค่าโดยการแปรรูปให้เป็นเผือกอบกรอบจึงเป็นสิ่งที่น่าสนใจ งานวิจัยนี้จึงมุ่งเน้นศึกษาการผลิตเผือกอบกรอบโดยการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเผือกหอมมาล้างทำความสะอาดแล้วหั่นตามขวางด้วยเครื่องหั่น (slicing machine) ให้ได้ความหนา 3 mm จากนั้นจึงตัดด้วยแบบพิมพ์โลหะให้ได้ขนาด 30mm×30mm แล้วจึงนำเผือกใส่ตะแกรงสแตนเลสเข้าเครื่องอบแห้งดังแสดงในรูปที่ 1 โดยมีสภาวะการอบแห้งดังนี้ อุณหภูมิในการอบแห้ง 130-150°C และความเร็วของตัวกลางในการอบแห้ง 1 m/s จากนั้นนำตะแกรงออกจากเครื่องเพื่อมาชั่งน้ำหนักที่เวลาต่างๆ จนกระทั่งน้ำหนักคงที่

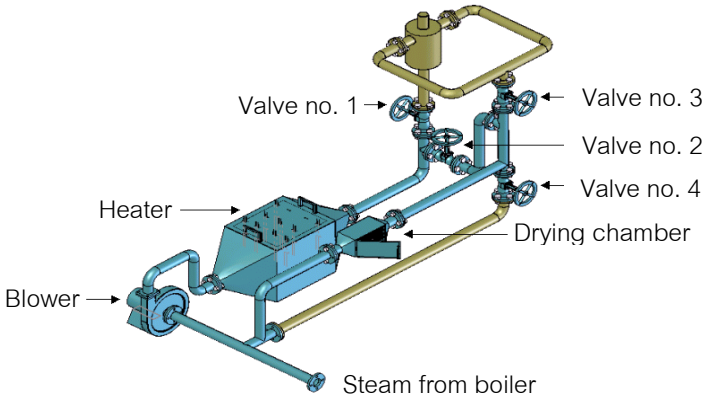


Figure 1 Schematic diagram of tray dryer used in the study.

การวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง สมบัติของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งที่ทำการศึกษาได้แก่ ความชื้น ตามมาตรฐาน AOAC (AOAC, 1995) สี วัดโดยใช้เครื่องวัดสีแบบฮันเตอร์ (Mini Scan XE Plus, Hunter Associates Laboratory Inc., Reston – Virginia, USA) ความแข็งโดยการทดสอบแรงกดด้วยเครื่องวัดเนื้อสัมผัส (TA.XT.plus, Stable Micro Systems, UK) ซึ่งมีภาระ 1 kg ติดตั้งหัววัดแบบทรงกลมขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 6 mm กดด้วยความเร็ว 2 mm/s และการหดตัวโดยวิธีการแทนที่ด้วย n-heptane เปอร์เซ็นต์ การหดตัวสามารถคำนวณได้ตามสมการ

$$\% \text{ shrinkage} = \frac{(V_0 - V)}{V_0} \times 100$$

โดยที่ V_0 = ปริมาตรของเผือกแผ่นก่อนการอบแห้ง, V = ปริมาตรของเผือกแผ่นหลังผ่านการอบแห้ง

ผลและวิจารณ์ผล

เมื่อนำเผือกแผ่นซึ่งมีความชื้นเริ่มต้นในช่วง 275-318%d.b. มาผ่านการอบแห้งที่สภาวะต่างๆ พบว่าตัวกลางในการอบแห้งเดียวกัน เมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นสามารถลดความชื้นในผลิตภัณฑ์ได้เร็วขึ้น ดังแสดงใน Figure 2 นอกจากนี้ยังพบว่า สำหรับการอบแห้งด้วยอากาศร้อน อุณหภูมิของเผือกแผ่นจะเพิ่มขึ้นอย่างช้าๆ และเข้าสู่อุณหภูมิอากาศร้อนที่ใช้ในการอบแห้งในที่สุด ในขณะที่การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งนั้น อุณหภูมิของเผือกจะเพิ่มสูงขึ้นอย่างรวดเร็วตั้งแต่นาทีแรกของการอบแห้งจะคงที่

อยู่ที่อุณหภูมิจุดเดือดของน้ำระยะหนึ่ง จากนั้นอุณหภูมิของเผือกจึงเข้าสู่อุณหภูมิของตัวกลางในการอบแห้ง การเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วของอุณหภูมิผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งเกิดขึ้นเนื่องจากในช่วงต้นของการอบแห้ง ไอน้ำซึ่งมีอุณหภูมิสูงได้สัมผัสกับผิวของผลิตภัณฑ์ซึ่งมีอุณหภูมิต่ำ ทำให้เกิดการควบแน่นที่ผิวของผลิตภัณฑ์ ความร้อนจากการควบแน่นดังกล่าวจะแพร่ผ่านเข้าไปในตัวผลิตภัณฑ์ อุณหภูมิของผลิตภัณฑ์จึงสูงขึ้นอย่างรวดเร็ว เมื่อพิจารณาอิทธิพลของตัวกลางที่ใช้ในการอบแห้งพบว่า ในช่วงอุณหภูมิที่ทำการศึกษา (130-150°C) การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งมีอัตราการอบแห้งที่ต่ำกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อน โดยจะเห็นว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น เส้นกราฟความชื้นของตัวกลางในการอบแห้งทั้งสองเข้าใกล้กันมากขึ้น (Figure 3) นอกจากนี้ยังพบว่าในช่วงต้นของการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งนั้นความชื้นของผลิตภัณฑ์เพิ่มขึ้นเนื่องจากเกิดการควบแน่น ในขณะที่การอบแห้งด้วยอากาศร้อนไม่เกิดปรากฏการณ์ดังกล่าว

เมื่อนำผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้งที่มีความชื้นประมาณ 7%d.b. ไปหาสมบัติเชิงคุณภาพด้านต่างๆ ได้ผลดังแสดงใน Table 1 ซึ่งจะเห็นว่าตัวกลางในการอบแห้งเดียวกัน อุณหภูมิอบแห้งที่สูงขึ้นจะทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่าความสว่าง (L) เพิ่มขึ้น ในขณะที่ค่าสีแดง (a) ลดลง ทั้งนี้อาจเป็นเพราะการอบแห้งที่อุณหภูมิสูง (150°C) จะใช้ระยะเวลาในการอบแห้งสั้นกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ (130°C) ดังนั้นระยะเวลาที่ผลิตภัณฑ์สัมผัสกับตัวกลางที่ใช้ในการอบแห้งในกรณีอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะน้อยกว่า สีของผลิตภัณฑ์จึงอ่อนกว่า นอกจากนี้การเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิอบแห้งยังส่งผลต่อเปอร์เซ็นต์การหดตัวในกรณีการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งด้วย โดยพบว่าเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้นเผือกจะมีการหดตัวน้อยลง นอกจากนี้ยังพบว่าตัวกลางในการอบแห้งมีอิทธิพลต่อสมบัติของผลิตภัณฑ์ กล่าวคือ การอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะให้ผลิตภัณฑ์ที่คล้ำกว่า แดงกว่า เหลืองกว่า และหดตัวน้อยกว่าผลิตภัณฑ์ที่อบแห้งด้วยอากาศร้อน ทั้งนี้เนื่องจากการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งอุณหภูมิของผลิตภัณฑ์สูงขึ้นอย่างรวดเร็ว ทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์สัมผัสกับอุณหภูมิสูงตลอดการอบแห้ง ปฏิกิริยาสีน้ำตาลซึ่งถูกเร่งด้วยอุณหภูมิจึงเกิดขึ้นได้ง่าย ทำให้ในกรณีของการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งสีของผลิตภัณฑ์เข้มกว่าในกรณีที่อบแห้งด้วยอากาศร้อน และด้วยอุณหภูมิที่สูงขึ้นอย่างรวดเร็วนี้เองทำให้ผิวของผลิตภัณฑ์แห้ง ในขณะที่ด้านในของผลิตภัณฑ์ยังคงมีความชื้นอยู่มาก เมื่ออุณหภูมิถึงจุดเดือดของน้ำความชื้นเหล่านี้จะกลายเป็นไอ ทำให้ความดันในวัสดุสูงขึ้น ผลิตภัณฑ์จึงเกิดการพองตัวในบางส่วน การหดตัวจึงน้อยกว่าในกรณีของการอบแห้งด้วยอากาศร้อน เมื่อพิจารณาสมบัติด้านเนื้อสัมผัส พบว่าเผือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะแข็งกว่าเผือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยอากาศร้อน จากการสังเกตจะเห็นว่าเผือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะมีผิวที่มีลักษณะขรุขระและเป็นมันวาวมากกว่าเผือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยอากาศร้อน

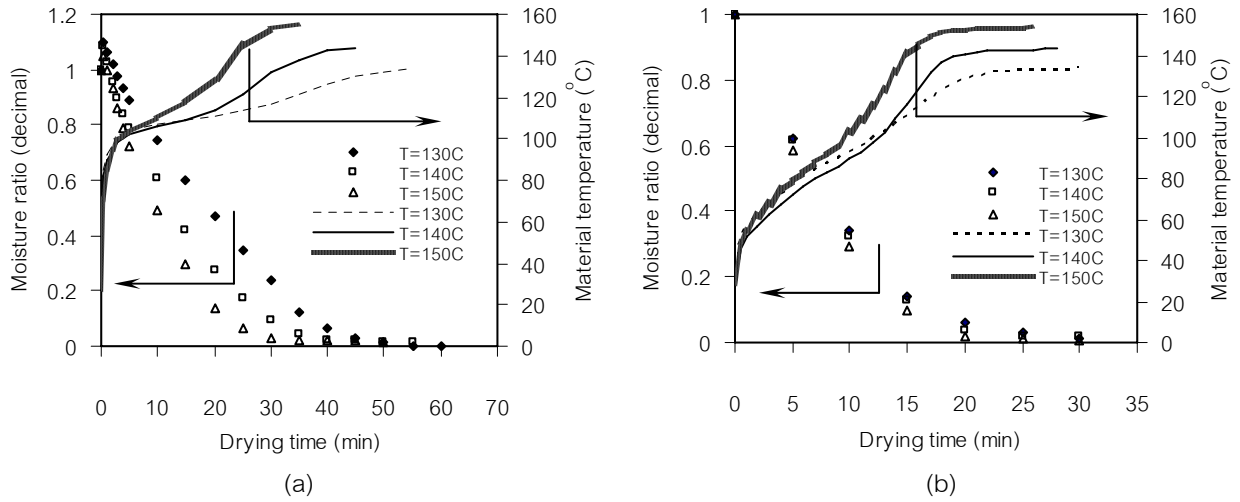


Figure 2 Drying kinetics and temperature evolution of taro slices undergoing (a) superheated steam drying (b) hot air drying.

สรุปผล

งานวิจัยนี้ได้นำเสนอการผลิตเผือกอบกรอบโดยการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งและอากาศร้อน จากผลการศึกษาพบว่าตัวกลางที่ใช้ในการอบแห้งมีอิทธิพลอย่างมากต่อจลนพลศาสตร์การอบแห้ง และสมบัติของผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง โดยการอบแห้งด้วยไอน้ำร้อนยวดยิ่งจะให้อัตราการอบแห้งที่สูงกว่า ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีเข้มกว่า แข็งกว่า และหดตัวน้อยกว่าการอบแห้งด้วยอากาศร้อน ส่วนอิทธิพลของอุณหภูมิในการอบแห้งพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงจะให้อัตราการอบแห้งที่สูงกว่า และให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสีอ่อนกว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิต่ำ

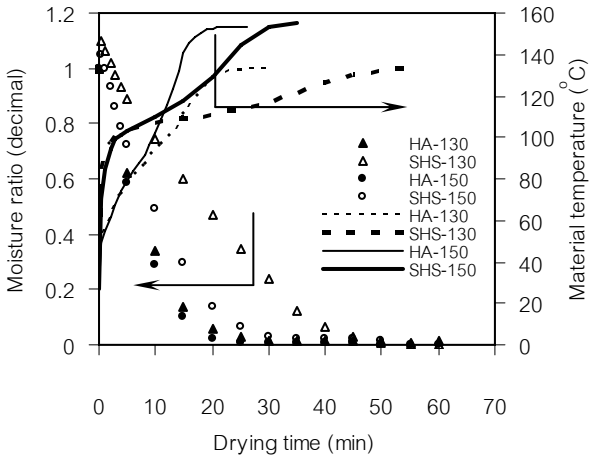


Figure 3 Effect of drying medium on drying kinetics and temperature evolution of taro slices dried at various drying conditions.

Table 1 Physical properties of dried taro slices processed by different drying conditions.

Drying conditions		Properties of dried taro slices				
Drying medium	Drying temperature (°C)	Lightness (L)	Redness (a)	Yellowness (b)	%Shrinkage	Hardness (N)
Superheated steam	130	51.84±2.62[a]	8.36±0.71[e]	22.02±0.79[c]	75.41±3.68[b]	9.44±2.13[c]
	140	54.34±1.51[b]	7.93±0.37d[e]	21.68±1.36[c]	71.22±3.34[a]	8.80±1.95[c]
	150	54.55±3.89[b]	7.52±0.96[d]	23.48±1.77[d]	69.21±2.68[a]	9.20±1.86[c]
Hot air	130	72.38±3.00[c]	2.26±0.58[c]	10.54±0.89[b]	78.21±2.60[c]	3.69±2.42[ab]
	140	70.99±2.09[c]	1.65±0.75[b]	10.03±0.82[b]	76.71±3.44[bc]	3.48±1.37[a]
	150	76.24±2.27[d]	1.01±0.44[a]	9.07±1.09[a]	76.58±2.99[bc]	4.51±1.53[b]

คำขอบคุณ

ผู้เขียนขอขอบคุณนายพงษ์ศักดิ์ วิชัย และนายศุภชัย ประตาทะโย นิสิตคณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ที่ช่วยเก็บข้อมูลการทดลอง และขอขอบคุณทุนสนับสนุนงานวิจัยจากสำนักงานกองทุนสนับสนุนการวิจัย (สกว.)

เอกสารอ้างอิง

Caixeta, A. T., Moreira, R., and Castell-Perez, M. E., 2002, Impingement drying of potato chips. Journal of Food Process Engineering, 25: 63-90.

Iyota, H., Nishimura, N., Onuma, T., and Nomura, T., 2001, Drying of sliced raw potatoes in superheated steam and hot air, Drying Technology, 19: 1411-1424.

Jamradloedluk, J. Nathakaranakule, A., Soponronnarit, S. and Prachayawarakorn, S., 2007, Influences of drying medium and temperature on drying kinetics and quality attributes of durian chip, Journal of Food Engineering, 78: 198-205.

Moreira, R. G., 2001, Impingement drying of foods using hot air and superheated steam, Journal of Food Engineering, 49: 291-295.

Namsanguan, Y., Tia, W., Devahastin, S., and Soponronnarit, S., 2004, Drying kinetics and quality of shrimp undergoing different two-stage drying processes, Drying Technology, 22: 759-778.

Prachayawarakorn, S., Soponronnarit, S., Wetchacama, S. and Jaisut, D., 2002, Desorption isotherms and drying characteristics of shrimp in superheated steam and hot air, Drying Technology, 20: 669-684.

Tang, Z. and Cenkowski, S., 2000, Dehydration dynamics of potatoes in superheated steam and hot air, Canadian Agricultural Engineering, 42: 43-49.

Uengkimbuan, N., Soponronnarit, S., Prachayawarakorn, S., and Nathakaranakule, A., 2006, A comparative study of pork drying using superheated steam and hot air, Drying Technology, 24: 1665-1672.

AOAC, 1995, Official Method of Analysis Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.

การทำแห้งน้ำสับปะรดด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย

Spray Drying Pineapple Juice using Spray Dryer

สโรบล สโรชวิกสิต [1] ชัยรัตน์ ตั้งดวงดี[1] และ สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา[1]

Sarochawitkasit, S.[1], Tangduangdee, C.[1] and Devahastin, S.[1]

Abstract

The objective of this work was to study the effects of inlet-air temperature and maltodextrin (MD: DE10) concentration during spray drying process on some physicochemical properties and nutritional retention of spray dried pineapple powder. The experiments were conducted by varying the inlet-air temperature at 130, 150 and 170°C and MD concentration at 37, 40 and 43% (d.b.). It was found that moisture content, packed density, solubility (at 30°C) and total color change were mainly influenced by the interaction between inlet-air temperature and MD concentration ($p \leq 0.05$). The main effects of inlet-air temperature and MD concentration significantly affected % recovery, bulk density, solubility (at 4°C), hygroscopicity, dispersibility, and total phenol retention of the powder ($p \leq 0.05$). In addition, all treatments allowed the pineapple powder, which had low moisture content of 2.04-3.64% (d.b.). Based on % recovery and total phenol retention, appropriate process conditions of 130-150°C inlet-air temperature were proposed with minimum MD concentration of 37%.

Keywords : spray drying, pineapple, maltodextrin, total phenolic contents

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิอากาศขาเข้าและความเข้มข้นของมอลโตเด็กตริน (DE10) ขณะอบแห้งด้วยเครื่องอบแห้งแบบพ่นฝอย ที่มีต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพ และคุณค่าทางโภชนาการของสับปะรดผง ตัวแปรกระบวนการที่ศึกษาได้แก่ 1) อุณหภูมิอากาศขาเข้าที่ 130, 150 และ 170°C และ 2) ความเข้มข้นของมอลโตเด็กตรินที่ 37, 40 และ 43% (d.b.) จากผลการทดลองพบว่าอิทธิพลร่วมระหว่างตัวแปรมีผลกระทบต่อความชื้น ความหนาแน่นบรรจุ การละลายที่ 30°C และการเปลี่ยนแปลงสีโดยรวม อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ส่วนอิทธิพลหลักของตัวแปรกระบวนการมีผลกระทบต่อเปอร์เซ็นต์ผงที่ได้ ความหนาแน่นโดยรวม การละลายที่ 4°C ค่า hygroscopicity ค่าการกระจายตัว และปริมาณฟีนอลที่คงอยู่ ($p \leq 0.05$) นอกจากนั้น ยังพบว่าสับปะรดผงที่ได้มีความชื้นต่ำอยู่ในช่วง 2.04-3.64% (d.b.) จากผลการทดลองนี้ สภาวะการทำแห้งที่เหมาะสม โดยพิจารณา % recovery และปริมาณสารฟีนอลที่คงอยู่ พบว่า อุณหภูมิอากาศขาเข้าควรอยู่ในช่วง 130-150°C ที่ความเข้มข้นมอลโตเด็กตรินต่ำสุดที่ 37%

คำสำคัญ : การอบแห้งแบบพ่นฝอย สับปะรด มอลโตเด็กตริน ปริมาณสารฟีนอลทั้งหมด

บทนำ

สับปะรด (*Ananas comosus*) เป็นพืชเศรษฐกิจของประเทศไทยชนิดหนึ่งที่ปลูกได้แทบทุกภาค ส่วนประกอบของน้ำสับปะรด ประกอบด้วย น้ำ (80-85%) น้ำตาล (12-15%) กรด (0.6%) โปรตีน (0.4%) เถ้า (0.5%) ไขมัน (0.1%) นอกนั้นเป็นวิตามินและใยอาหาร (Salvi และ Rajput, 1995) น้ำตาลที่พบในน้ำสับปะรดส่วนใหญ่เป็นน้ำตาลอย่างง่าย ได้แก่ ซูโครส กลูโคส และฟรุคโทส นอกจากนั้น ยังพบสาร antioxidant จำพวกสารประกอบฟีนอลอยู่ถึง 355-361 μg/ml (Gardner และคณะ, 2000) การทำน้ำสับปะรดผงเป็นการถนอมอาหารอย่างหนึ่งที่สามารถยืดอายุการเก็บรักษา ลดปริมาตรการขนส่งและสะดวกต่อการบริโภค แต่อย่างไรก็ตาม เนื่องจากน้ำสับปะรดมีองค์ประกอบที่เป็นน้ำตาลและกรดสูง ทำให้ยากต่อการทำให้แห้ง เนื่องจากน้ำผลไม้ทั่วไปมี glass transition temperature (T_g) ต่ำ ทำให้เกิดปัญหาการเกาะติดตามผนังเครื่องทำแห้งแบบพ่นฝอยและมีความสามารถในการดูดความชื้นกลับได้ดี (high hygroscopicity) การทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ผงที่อุณหภูมิสูงจึงเป็นไปได้ยาก การเติมสารช่วยทำแห้งจำพวก มอลโตเด็กตริน กัม และสารอื่นๆ เช่น เพคติน แคลเซี่ยมซิลิเคท และ CMC จึงมี

[1]ภาควิชาวิศวกรรมอาหาร คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถนนประชาอุทิศ บางมด ทุ่งครุ กรุงเทพฯ 10140

[1] Food Engineering Department, Faculty of Engineering, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 126 Prach u-tid Road, bangmod, Tungkru, Bangkok 10140

ความจำเป็น จะเห็นได้ว่า ปัจจัยกระบวนการที่สำคัญในการทำแห้งน้ำผลไม้ คือ อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า และปริมาณของสารช่วยทำแห้ง ซึ่งในงานวิจัยนี้ เลือกใช้ มอลโตเด็กตริน (DE10) ดังนั้น วัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้ เพื่อศึกษาผลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าและอัตราส่วนของน้ำสับปะรดต่อมอลโตเด็กตรินที่มีต่อสมบัติทางเคมี-กายภาพของสับปะรดผง ได้แก่ ความชื้น ค่าความหนาแน่นโดยรวม ความหนาแน่นบรรจุ ค่า hygroscopicity (HG) ค่าการกระจายตัว (dispersibility) ค่าการละลายที่ 4 และ 30°C ค่าการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวม และปริมาณสารประกอบฟีนอล

อุปกรณ์และวิธีการ

น้ำสับปะรดที่ใช้ในการทดลองนี้เตรียมจากน้ำสับปะรดเข้มข้น (*Cayenne*) 63.5°Bx ปรับอัตราส่วน ระหว่างของแข็งในน้ำสับปะรดต่อมอลโตเด็กตริน (F/M ratio) 63/37, 60/40, และ 57/43 เติมน้ำให้มีปริมาณของแข็งทั้งหมด 35% ก่อนการป้อนเข้าเครื่องอบแห้ง (Niro/ mobile minor™2000) อัตราการป้อน 0.88 kg/h และอัตราการไหลของอากาศ 7.2 kg/h ซึ่งจะควบคุมให้คงที่ตลอดการทดลอง อุณหภูมิลมร้อนขาเข้าเป็น 130, 150, และ 170°C ออกแบบการทดลอง ด้วย Full Factorial Designs (3^2) ทำการทดลอง 2 ซ้ำ จากนั้นวิเคราะห์ทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% สับปะรดผงที่ได้จะนำมาวัดคุณสมบัติต่างๆ ดังกล่าวข้างต้น ส่วนการเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวม (ΔE) และปริมาณสารประกอบฟีนอล ทำการวัดเปรียบเทียบกับน้ำสับปะรดที่ 12.8°Bx

ผล

สมบัติทางเคมี-กายภาพของน้ำสับปะรดที่ 12.8°Bx

น้ำสับปะรดที่ 12.8°Bx ถูกเตรียมและวัดสมบัติทางเคมี-กายภาพ รวมทั้งปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด เพื่อใช้เปรียบเทียบกับน้ำสับปะรดผงหลังการละลาย ดังแสดงใน Table 1

Table 1 สมบัติทางเคมี-กายภาพของน้ำสับปะรดที่ 12.8°Bx

Total solids (%)	12.94±0.01
pH	3.74±0.02
Total acid (based on citric acid) (%)	0.53±0.01
Color parameters (L, a, b)	30.44±0.59, 1.40±0.23, 17.26±0.58
Total phenol (mg/g dry solids of gallic acid equivalent)	441.27±20.27

ผลของอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าและปริมาณมอลโตเด็กตรินต่อคุณภาพของสับปะรดผง

Table 2 แสดงผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเด็กตรินต่อคุณภาพของสับปะรดผง จากผลการทดลองพบว่า % Yield มีค่า 22.28-54.95% ขึ้นกับปริมาณมอลโตเด็กตรินที่เติมและอุณหภูมิลมร้อน เมื่ออุณหภูมิลมร้อนสูงขึ้น % Yield จะลดลง ทั้งนี้ อาจเนื่องจากอุณหภูมิลมร้อนที่สูงทำให้อุณหภูมิอาหารเข้าใกล้ค่าอุณหภูมิ glass transition ส่งผลให้เกิดการเกาะติดตามผนังเครื่องอบแห้งมากขึ้น (Bhandari และคณะ, 1997) ส่วนการเติมมอลโตเด็กตรินมากขึ้น จะได้ % yield สูงขึ้น ผลวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าอิทธิพลหลักของอุณหภูมิและปริมาณความเข้มข้นของมอลโตเด็กตรินมีผลต่อ %yield อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) แต่อิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองกลับไม่มีผลต่อ % yield

ความชื้นของผลิตภัณฑ์มีค่าระหว่าง 2.04-3.64% (d.b.) ซึ่งอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานของผลิตภัณฑ์ชุมชน (<7% d.b.) จากผลการทดลอง พบว่าอุณหภูมิและปริมาณของมอลโตเด็กตรินที่สูงขึ้น จะทำให้ได้ผลิตภัณฑ์ผงมีความชื้นต่ำลง อิทธิพลหลักและอิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองมีผลต่อความชื้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเด็กตรินสามารถแสดงได้ด้วย แบบจำลองทางคณิตศาสตร์แสดงในสมการที่ (1)

$$\%Moisture = 18.132 - 0.112T - 0.132M + 6.0\times10^{-4}T^2 - 2.1\times10^{-3}TM + 3.9\times10^{-3}M^2 \quad \text{-------(1)}$$

เมื่อ T = Air-inlet temperature(C)

และ M = Maltodextrin concentration (%d.b.)

ความหนาแน่นโดยรวมของสับปะรดผงมีค่า 0.290-0.365 กรัม/มล. ผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเด็กตรินมีแนวโน้มในทิศทางตรงกันข้าม กล่าวคือ ความหนาแน่นโดยรวมลดลงเมื่ออุณหภูมิสูง ซึ่งอาจมีผลจากขนาดของอนุภาคและความพรุนสูงขึ้น (Walton และ Mumfood, 1999b, Abadio และคณะ, 2004) ในทางกลับกันความหนาแน่นโดยรวมมีค่าเพิ่มขึ้นเมื่อมีปริมาณมอลโตเด็กตรินสูงขึ้น แต่อย่างไรก็ตามผลของปัจจัยทั้งสองไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) ส่วนความหนาแน่นบรรจุมีค่าอยู่ระหว่าง 0.42-0.56 กรัม/มล. ผลทางสถิติพบว่าอิทธิพลของปัจจัยทั้งสองและอิทธิพลร่วมมีผลต่อค่าความหนาแน่นบรรจุอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) และมีแนวโน้มเช่นเดียวกันกับความหนาแน่นโดยรวม จากการสังเกตพบว่าปริมาณมอลโตเด็กตรินมีอิทธิพลต่อความหนาแน่นบรรจุเด่นชัดกว่าอุณหภูมิ

ค่า hygroscopicity (HG) เป็นการวัดความสามารถในการดูดความชื้นกลับของอาหารผงในสภาวะความชื้นสัมพัทธ์ 76% ที่ 28°C ค่า HG ของสับปะรด ที่ได้มีค่าระหว่าง 0.129-0.179 gH_2O/g d.s. และมีแนวโน้มสูงสูงเมื่ออุณหภูมิและปริมาณมอลโตเด็กตรินสูงขึ้น ตัวอย่างที่มีมอลโตเด็กตรินในปริมาณมาก ความชื้นเริ่มต้นจะต่ำ เมื่อทิ้งจนความชื้นเข้าสู่สมดุล ปริมาณความชื้นที่ดูดกลับจึงสูงกว่าตัวอย่างที่มีมอลโตเด็กตรินในปริมาณต่ำ สภาวะอบแห้งที่ให้ค่า HG ต่ำสุดคือ 130°C, 37%MD

ค่าการกระจายตัวเป็นการวัดความสามารถการเปียกน้ำของอาหารผงโดยที่ไม่เกิดเป็นก้อน (lump) ค่าการกระจายตัวของสับปะรดผงมีค่าระหว่าง 72.42-76.16 ซึ่งอยู่ในช่วงของค่าการกระจายตัวของอาหารผงทั่วไปคือ 67.05-99.98 (Jaya และ Das, 2004b) ทำนองเดียวกับค่า HG กล่าวคือ ค่าการกระจายตัวมีแนวโน้มสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ส่วนปริมาณมอลโตเด็กตรินที่ 40% ให้ค่าการกระจายตัวดีที่สุด สภาวะอบแห้งที่ให้ค่าการกระจาย ดีที่สุดคือ 170°C, 40%MD

ความสามารถในการละลายที่ 4°C ของสับปะรดมีค่าระหว่าง 93.73-97.31% ซึ่งค่าการละลายจะสูงขึ้นตามอุณหภูมิที่สูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับผลของ Athanasia และคณะ (2004) อาจเนื่องจากที่อุณหภูมิสูง ความชื้นของผลิตภัณฑ์มีค่าต่ำในขณะที่มีรูพรุนสูง ทำให้การละลายดีขึ้น ในทางตรงกันข้าม การเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กตรินกลับทำให้ค่าการละลายลดต่ำลง ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากของแข็งในน้ำสับปะรดละลายน้ำได้ดีกว่ามอลโตเด็กตริน ทำให้ผลิตภัณฑ์ที่มีสัดส่วนของของแข็งของน้ำสับปะรดสูงละลายได้ดีกว่า สภาวะอบแห้งที่ให้ค่าการละลายดีที่สุดคือ 130°C, 37%MD ผลทางสถิติพบว่าอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเด็กตรินมีผลต่อ ค่า HG ค่าการกระจายตัว และค่าการละลายที่ 4°C แต่อิทธิพลร่วมของปัจจัยทั้งสองกลับไม่มีผลต่อคุณภาพดังกล่าวอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$)

ความสามารถในการละลายที่ 30°C มีค่าระหว่าง 94.98-97.95% สูงกว่าการละลายที่ 4°C เล็กน้อย จากผลทางสถิติ พบว่าการละลายที่อุณหภูมิสูงทำให้ไม่เห็นผลของอุณหภูมิอบแห้ง ในขณะที่ผล

Table 2 **ผลของอุณหภูมิและปริมาณมอลโตเด็กตรินต่อคุณภาพของสับปะรดผง**

อุณหภูมิ (°C)	Maltodextrin (%d.b)	Recovery^{ns} (%)	Moisture (%d.b.)	Bulk density^{ns} (g/ml)	Packed density (g/ml)	HG^{ns} (gH_2O/g ds)	Dispersibility^{ns}	Solubility 4°C^{ns} (%)	Solubility 30°C (%)	Phenol^{ns} (mg/g ds)	ΔE
130	37	40.78 ±2.05	3.64^{a} ±0.20	0.32±0.01	0.48^{c}±0.02	0.129±0.006	72.42±0.34	95.32±0.94	96.96^{b}±0.32	208.58 ±4.43	15.23^{d}±0.30
	40	46.87 ±1.74	3.32^{b} ±0.14	0.34±0.01	0.53^{b}±0.02	0.136±0.008	74.52±0.31	95.40±1.11	96.70^{bc}±0.31	205.09 ±6.40	16.10^{b}±0.13
	43	54.95 ±1.90	3.22^{b} ±0.16	0.36±0.02	0.56^{a}±0.00	0.150±0.010	72.52±0.76	93.73±0.32	95.80^{d}±0.32	207.48±3.72	15.34^{d}±0.12
150	37	34.20 ±0.61	3.08^{c} ±0.13	0.31±0.01	0.48^{c}±0.01	0.142±0.006	72.49±0.48	96.08±0.85	96.82^{b}±0.32	221.86 ±2.95	15.95^{b}±0.21
	40	42.27 ±0.48	2.87^{d} ±0.10	0.33±0.01	0.52^{b}±0.01	0.155±0.009	75.36±0.14	96.24±0.93	96.78^{b}±0.43	225.92 ±5.94	16.77^{a}±0.09
	43	46.61 ±0.92	2.07^{e} ±0.11	0.35±0.01	0.51^{b}±0.01	0.166±0.012	73.40±0.43	95.26±0.68	96.24^{cd}±0.38	222.16±2.66	16.56^{a}±0.20
170	37	22.28 ±0.14	2.92^{d} ±0.13	0.29±0.01	0.46^{cd}±0.02	0.154±0.008	73.76±0.72	97.31±0.45	97.59^{a}±0.39	201.47±4.47	15.62^{c}±0.14
	40	28.25 ±0.43	2.13^{e}±0.04	0.29±0.01	0.46^{d}±0.01	0.161±0.010	76.16±0.42	96.95±0.56	97.11^{b}±0.18	206.84±4.84	16.09^{b}±0.26
	43	37.45 ±2.20	2.04^{e} ±0.04	0.32 ±0.02	0.51^{b}±0.02	0.179±0.002	73.91±0.49	95.16±0.58	94.99^{e}±0.33	205.27±3.50	16.81^{a}±0.28

อักษรยกกำลังที่เหมือนในคอลัมภ์เดียวกัน หมายถึง มีค่าแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่น 95%

ของปริมาณมอลโตเด็กตรินกลับเด่นชัดขึ้น และมีแนวโน้มเช่นเดียวกับกรณีการละลายที่ 4°C และอิทธิพลของทั้งสองปัจจัยก็มีผลต่อการละลายที่ 30°C ด้วย

การเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวม (ΔE) ของน้ำสับปะรดหลังการละลายที่ 12.8°Brix เทียบกับก่อนการทำแห้ง พบว่า ΔE มีค่า 15.23-16.81 อุณหภูมิอบแห้ง ปริมาณมอลโตเด็กตรินและอิทธิพลร่วมมีผลต่อค่า ΔE อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) การเปลี่ยนแปลงของสีโดยรวม นอกจากจะเกิดจากการเติมมอลโตเด็กตรินซึ่งให้ผลชัดเจนกว่าผลของอุณหภูมิแล้ว อาจเกิดจากการ oxidation ของเม็ดสีสีเหลืองที่อุณหภูมิสูง หรือเกิดปฏิกิริยา Maillard เนื่องจากน้ำสับปะรดมีโปรตีนเป็นองค์ประกอบ 0.4-0.6% (Salvi และ Rajput, 1995)

ปริมาณสารประกอบฟีนอลทั้งหมด อยู่ในช่วง 201-225 mg/g d.s. ลดลงประมาณ 48-54% จากผลวิเคราะห์ทางสถิติ พบว่าอุณหภูมิอากาศขาเข้ามีผลต่อปริมาณสารประกอบฟีนอลอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ในขณะที่ปริมาณมอลโตเด็กตริน และอิทธิพลร่วมกลับไม่มีผล สภาวะอบแห้งที่ให้ปริมาณสารประกอบฟีนอลสูงที่สุด คือ 150°C, 40% MD สังเกตได้ว่าเมื่ออุณหภูมิสูงถึง 170°C ปริมาณสารประกอบฟีนอลกลับลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ซึ่งอาจเกิดจากการเสื่อมสลายที่อุณหภูมิสูง

สรุปผล

การทดลองผลิตสับปะรดผงด้วยวิธีการอบแห้งแบบพ่นฝอย จำเป็นต้องมีการเติมสารช่วยทำแห้งเนื่องจากน้ำผลไม้โดยทั่วไปมีปริมาณน้ำตาล และกรดอินทรีย์ในปริมาณสูง ทำให้ยากที่จะทำให้แห้งได้ ซึ่งในการศึกษาครั้งนี้ใช้มอลโตเด็กตริน (DE10) จากการศึกษาผลของปริมาณมอลโตเด็กตรินและอุณหภูมิลมร้อนขาเข้าต่อคุณภาพของสับปะรดผงที่ได้ พบว่าการลดอุณหภูมิและเพิ่มปริมาณมอลโตเด็กตรินจะทำให้ %yields ที่ได้สูงขึ้น และปริมาณความชื้นของผลิตภัณฑ์ลดลง อุณหภูมิลมร้อนที่สูงขึ้นทำให้ผลิตภัณฑ์มีค่า hygroscopicity ค่าการกระจายตัว และค่าการละลายสูงขึ้น ส่วนมอลโตเด็กตรินมีผลทำให้ค่า HG ค่าการละลายลดลง ส่วนปริมาณสารประกอบฟีนอลของผลิตภัณฑ์ลดลง 48-54% เมื่อพิจารณาคุณภาพโดยรวม สภาวะอบแห้งที่เหมาะสมสำหรับการทดลองนี้ คือ อุณหภูมิลมร้อนขาเข้า 130-150°C, 37% MD

เอกสารอ้างอิง

Abadio, F. D. B., Domingues, A. M., Borges, S. V. and Oliveira, V. M., 2004, Physical properties of powdered pineapple (Ananas comosus) juice-effect of maltodextrin concentration and atomization speed, Journal of Food Engineering, 64: 285-287.

Athanasia, M. G. and Konstantios, G. A., 2004, Spray drying of tomato pulp: effect of feed concentration, drying technology, 22(10): 2309-2330.

Bhandari, B. R., Datta, N., Crooks, R., Howes, T., and Rigby, S., 1997, A semi-empirical approach to optimize the quantity of drying aids required to spray dry sugar-rich foods, Drying Technology, 15(10): 2509-2525.

Gardner, P. T., White, T. A., Donald, B. M. and Duthie, G. G., 2000, The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices, Journal of Food Chemistry, 68: 471-474.

Jaya, S. and Das, H., 2004, Effect of maltodextrin, glycerol monostearate and tricalcium phosphate on vacuum dried mango powder properties, Journal of Food Engineering, 63: 125-134.

Salvi, M. J. and Rajput, J. C., 1995, “Pineapple”, In Handbook of Fruit Science and Technology: Production Composition, Storage, and Processing, Salunkhe, D. K. and Kadam, S. S. (Eds.), Macel Dekker, New York, 171-182.

Walton, D. E. and Mumford, C. J., 1999, The Morphology of spray dried particle-the effect of process variables upon the morphology of spray-dried particles, Technology Institute Chemistry, England-London, 77(A): 442-460.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 135-138 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 135-138 (2550)

ผลของการอบแห้งแบบขั้นตอนเดียวและสองขั้นตอนต่อคุณภาพของใบมะกรูดและตะไคร้

Effects of One-Step and Two-Step Dryings on Quality of Kaffir Lime Leaves and Lemon Grass Trunks

พรพิมล เทพบรรทม[1] และ สิริมา ชินสาร[1]

Tapbuntom, P.[1] and Chinnasarn, S.[1]

Abstract

The objective of this research was to evaluate an air-drying condition to improve colour and rehydration qualities of dried kaffir lime leaves and lemon grass trunks. Kaffir lime leaves and lemon grass trunks were blanched in 0.06% magnesium carbonate solution for 40 and 50 seconds, respectively. Then, a suitable condition of one-step drying at 60, 70, 80°C and two-step drying at 60/55, 70/65 and 80/75°C was investigated. A suitable drying condition of kaffir lime leaves was a two-step drying at 80°C for 30 minutes and 75 °C for 30 minutes. The product contained water activity of 0.27, moisture content of 3.96% and colour different value of 2.07. The level of liking in term of colour, appearance and overall acceptance was slight. For lemon grass trunks, a suitable drying condition was a two-step drying at 80°C for 70 minutes and 75°C for 60 minutes. The product contained water activity of 0.40, moisture content of 4.24% and colour different value of 3.97. The level of liking in term of colour, appearance and overall acceptance was in a range of moderate and very much level.

Keywords : drying, one-step drying, two-step drying, kaffir lime leaves, lemon grass trunks

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาสภาวะในการอบแห้งด้วยลมร้อนที่ช่วยปรับปรุงคุณภาพด้านสีและการคืนรูปของใบมะกรูดและตะไคร้อบแห้ง โดยการลวกใบมะกรูดและตะไคร้ด้วยสารละลายแมกนีเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 0.06 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 40 และ 50 วินาที ตามลำดับ จากนั้นทำการศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งใบมะกรูดและตะไคร้ โดยการอบแห้งแบบขั้นตอนเดียวที่อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส และ การอบแห้งแบบสองขั้นตอนที่อุณหภูมิ 60/55 70/65 และ 80/75 องศาเซลเซียส สภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งใบมะกรูด คือ การอบแห้งแบบสองขั้นตอนโดยการอบแห้งที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 30 นาที แล้วลดอุณหภูมิเป็น 75 องศาเซลเซียส อบต่อเป็นเวลา 30 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่าวอเตอร์แอกติวิตี้ (a_W) 0.27 ความชื้น 3.96 เปอร์เซ็นต์ ค่าความแตกต่างของสี 2.07 และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบเล็กน้อย สำหรับตะไคร้คือการอบแห้งแบบสองขั้นตอนที่อุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 70 นาที แล้วลดอุณหภูมิเป็น 75 องศาเซลเซียส อบต่อเป็นเวลา 60 นาที ผลิตภัณฑ์ที่ได้มีค่า a_W 0.40 ความชื้น 4.24 เปอร์เซ็นต์ ค่าความแตกต่างของสี 3.97 และมีคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม อยู่ในระดับชอบปานกลางถึงชอบมาก

คำสำคัญ : การอบแห้ง การอบแห้งแบบขั้นตอนเดียว การอบแห้งแบบสองขั้นตอน ใบมะกรูด ตะไคร้

คำนำ

การอบแห้งอาหารมีช่วงของการอบแห้ง แบ่งออกเป็น 2 ช่วง คือ ช่วงอัตราเร็วคงที่และช่วงอัตราเร็วลด โดยช่วงอัตราเร็วลดเป็นช่วงที่มีบทบาทสำคัญต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของอาหาร ในช่วงนี้อัตราการถ่ายเทมวลสารจะเริ่มมีบทบาทควบคุมอัตราการทำแห้งเพิ่มขึ้น ซึ่งอัตราการถ่ายเทมวลสารนี้จะขึ้นกับอุณหภูมิของอากาศร้อน ซึ่งเมื่ออุณหภูมิมีการเปลี่ยนแปลงอาหารจะเกิดการหดตัว และมีการแพร่ผ่านของความชื้นในส่วนต่างๆของชิ้นอาหารในอัตราที่ต่างกัน ความเสียหายของอาหารเนื่องมาจากความร้อนจึงมักเกิดในช่วงอัตราเร็วลดนี้ (กิตติพงษ์, 2535) ดังนั้น จึงต้องมีการลดอุณหภูมิในการอบแห้งให้ต่ำลงในช่วงอัตราเร็วลดเพื่อเป็นการรักษาคุณภาพของอาหาร โดย Luh และ Woodroof (1977) รายงานว่า การอบแห้งแครอทรูปสี่เหลี่ยมลูกบาศก์ควรจะทำเป็น 2 ขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกใช้อุณหภูมิสูงกว่าช่วงหลัง 5 องศาเซลเซียส โดยใช้อุณหภูมิเริ่มต้น 70 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ใน tunnel ลดความชื้นจาก 88 เปอร์เซ็นต์ เป็น 8 เปอร์เซ็นต์

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี, 20131

[1] Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Saensook, Muang, Chonburi, 20131

ขั้นที่ 2 ใช้อุณหภูมิ 65 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 ชั่วโมง ใน drying bin ลดความชื้นจาก 8 เปอร์เซ็นต์เป็น 4 เปอร์เซ็นต์ เช่นเดียวกับ สิริมา (2541) รายงานว่าการอบแห้งแครอทด้วยลมร้อนแบบสองขั้นตอนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 100 นาที (ช่วงอัตราเร็วคงที่) แล้วลดอุณหภูมิลงเป็น 65 องศาเซลเซียส อบต่อเป็นเวลา 55 นาที (ช่วงอัตราเร็วลด) ให้ผลิตภัณฑ์ที่มีคุณภาพด้านสี ความแน่นเนื้อ และอัตราการคืนรูปที่ดี

ตะไคร้ (*Cymbopogon citratus* stapf.) และใบมะกรูด (*Citrus hystrix* DC.) อบแห้งเป็นส่วนประกอบสำคัญในซองอาหารหรือผงปรุงสำเร็จรูป เช่น ผงปรุงต้มยำสำเร็จรูป ปัญหาที่ผู้ผลิตมักพบในส่วนของผักอบแห้งคือ ผักอบแห้งมีการคืนรูปภายหลังการปรุงที่ไม่ดีนัก ชิ้นผักมีการเปลี่ยนรูป เหี่ยวย่น และสีมีการเปลี่ยนแปลงไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมในการอบแห้งใบมะกรูดและตะไคร้ด้วยลมร้อนเพื่อปรับปรุงคุณภาพด้านสีและการคืนรูป โดยทำการเปรียบเทียบวิธีการอบแห้ง 2 วิธี คือ การอบแห้งแบบขั้นตอนเดียว และแบบสองขั้นตอน

อุปกรณ์และวิธีการ

ลวกใบมะกรูดและตะไคร้ด้วยสารละลายแมกนีเซียมคาร์บอเนตความเข้มข้น 0.06 เปอร์เซ็นต์ เป็นเวลา 40 และ 50 วินาที ตามลำดับ จากนั้นทำการอบแห้งผักทั้งสองชนิด ตัวอย่างละ 500 กรัม แบบขั้นตอนเดียวด้วยตู้อบลมร้อน (ULE500, Memment, Germany) ความเร็วลม 1.5 เมตรต่อวินาที ที่อุณหภูมิ 60 70 และ 80 องศาเซลเซียส สำหรับใบมะกรูดใช้เวลาในการอบแห้ง 180 120 และ 40 นาที ตามลำดับ และสำหรับตะไคร้ใช้เวลา 360 160 และ 110 นาที ตามลำดับ

การอบแห้งแบบสองขั้นตอน นำวัตถุดิบที่ผ่านการลวกปริมาณ 500 กรัมมาทำการอบแห้งแบบสองขั้นตอนโดยใช้อุณหภูมิช่วงแรกและช่วงที่สองเท่ากับ 60/55 70/65 และ 80/75 องศาเซลเซียส สำหรับใบมะกรูดใช้เวลาช่วงแรกและช่วงที่สองเท่ากับ 80/190 40/110 และ 30/30 นาที ตามลำดับ และสำหรับตะไคร้ใช้เวลา 160/230 120/100 และ 70/60 นาที ตามลำดับ จากนั้นวิเคราะห์คุณภาพของผักอบแห้ง ดังนี้

ตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงสีด้วยเครื่องวัดสี (BYK Gardner, Handy colorimeter) วัดค่าสี L* a* และ b* โดยที่ L* หมายถึงค่าความสว่าง (Lightness) มีค่าตั้งแต่ 0 (ดำ) จนถึง 100 (ขาว) a* หมายถึงค่าความเป็นสีแดงและสีเขียว ค่า a* เป็นบวกแสดงถึงค่าความเป็นสีแดง ค่า a* เป็นลบแสดงค่าความเป็นสีเขียว และ b* หมายถึงค่าความเป็นสีเหลืองและสีน้ำเงิน ค่า b* เป็นบวกแสดงถึงค่าความเป็นสีเหลือง ค่า b* เป็นลบแสดงค่าความเป็นสีน้ำเงิน จากนั้นคำนวณค่าความแตกต่างของสีของผลิตภัณฑ์อบแห้งเทียบกับสีของใบมะกรูดและตะไคร้สดก่อนการอบแห้งจากสูตร

$$\Delta E = \left[\left(L_1 - L_2 \right)^2 + \left(a_1 - a_2 \right)^2 + \left(b_1 - b_2 \right)^2 \right]^{1/2}$$

ตรวจสอบการคืนรูปโดยวัดอัตราการดูดน้ำกลับของผลิตภัณฑ์ ดังนี้ ชั่งตัวอย่างแห้ง 5 กรัม ต้มในน้ำอุณหภูมิ 100 องศาเซลเซียส ชั่งน้ำหนักที่เปลี่ยนไปของตัวอย่างทุก 30 วินาที จนมีน้ำหนักคงที่ คำนวณหาอัตราการดูดน้ำกลับ โดย

$$\text{Re}\,hydration\ \ rate = \frac{W_t - W_0}{time}$$

เมื่อ W_t คือ น้ำหนักตัวอย่างที่เวลาใดๆ และ W_0 คือ น้ำหนักตัวอย่างแห้ง

จากนั้นเลือกอุณหภูมิในการอบแห้งที่ให้สีและอัตราการดูดน้ำกลับดีที่สุดเพื่อตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในด้านค่า a_w ค่าสี ปริมาณความชื้น และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัสด้วยวิธี 9-point hedonic scale โดยพิจารณาความชอบในด้านสี ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวม (ระดับคะแนน 1 = ไม่ชอบมากที่สุด 9= ชอบมากที่สุด) ประเมินโดยผู้ทดสอบที่ไม่ได้ผ่านการฝึกฝนจำนวน 30 คน

ผล

จากผลการทดลองพบว่าใบมะกรูดและตะไคร้ที่ผ่านการลวก เมื่อนำมาอบแห้งที่อุณหภูมิต่างๆ จนมีความชื้นเท่ากับ 4 เปอร์เซ็นต์ จะมีค่าความแตกต่างของสี(ΔE) ดังแสดงใน Table 1 และมีอัตราการดูดน้ำกลับดังแสดงใน Figure 1

Table 1 Colour different value of dried kaffir lime leaves and lemon grass trunks at various drying temperatures.

Temperature (^{O}C)	Colour different value (ΔE)	
	kaffir lime leaves	lemon grass trunks
60	6.17±0.13 ^{d}	5.44±0.54 ^{b}
70	3.32±0.16 ^{b}	3.66±0.23 ^{a}
80	3.41±0.26 ^{b}	3.83±0.18 ^{a}
60/55	4.27±0.15 ^{c}	5.48±0.23 ^{b}
70/65	4.63±0.32 ^{c}	5.56±0.36 ^{b}
80/75	2.77±0.22 ^{a}	3.60±0.02 ^{a}

Superscripts: In columns, different letters are significantly different ($P \leq 0.05$)

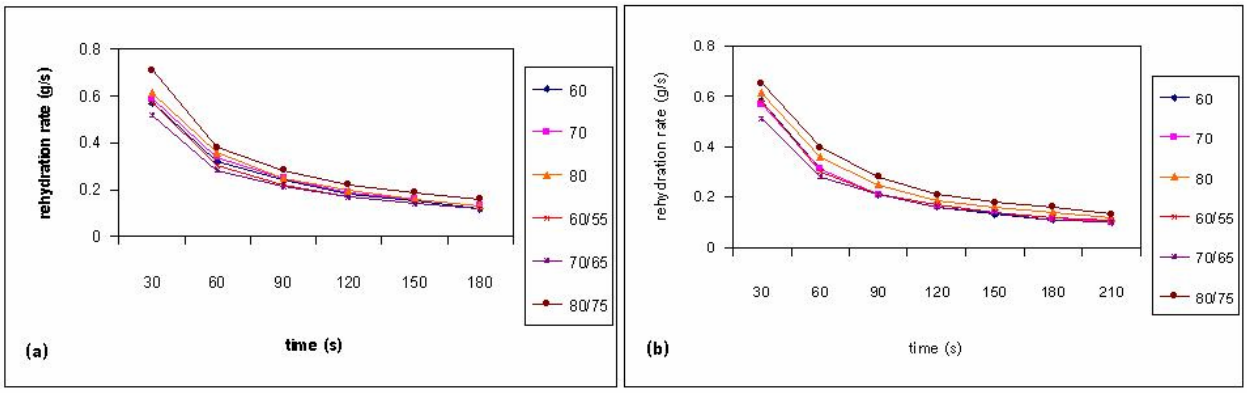


Figure 1 Rehydration rate of dried kaffir lime leaves (a) and lemon grass trunks (b) at various drying temperatures.

จาก Table 1 และ Figure 1 พบว่าทั้งใบมะกรูดและตะไคร้ที่อบแห้งแบบสองขั้นตอน โดยอุณหภูมิช่วงแรก(ช่วงอัตราเร็วคงที่)เท่ากับ 80 องศาเซลเซียส และอุณหภูมิช่วงหลัง(ช่วงอัตราเร็วลด)เท่ากับ 75 องศาเซลเซียสมีค่าความแตกต่างของสีต่ำที่สุด และอัตราการดูดน้ำกลับดีที่สุด ดังนั้นจึงนำใบมะกรูดและตะไคร้ที่อบแห้งที่สภาวะดังกล่าวมาตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์ ในด้าน ค่า a_W ค่าสี ปริมาณความชื้น และทดสอบการยอมรับของผู้บริโภคทางด้านประสาทสัมผัส ผลการทดลองแสดงดัง Table 2

Table 2 Qualities of kaffir lime leaves and lemon grass trunks dried at 80/75 ^{O}C.

	kaffir lime leaves	lemon grass trunks
water activity (a_W)	0.27	0.40
moisture content	3.69%	4.24%
colour different value	2.07	3.97
liking score		
- colour	6.13±1.22	7.50±0.90
- appearance	6.03±1.07	7.23±0.77
- overall acceptance	6.07±1.14	7.43±0.90

จากการตรวจสอบคุณภาพผลิตภัณฑ์หลังการอบแห้ง สำหรับใบมะกรูดมีค่า a_W 0.27 ความชื้น 3.69 เปอร์เซ็นต์ ค่าความแตกต่างของสี 2.07 คะแนนการยอมรับในด้านสี ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวมโดยเฉลี่ย คือ 6.13 6.03 และ 6.07 ตามลำดับ ส่วนตะไคร้มีค่า a_W 0.40 ความชื้น 4.24 เปอร์เซ็นต์ ค่าความแตกต่างของสี 3.97 คะแนนการยอมรับในด้านสี ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวมโดยเฉลี่ยคือ 7.50 7.23 และ 7.43 ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

จากผลใน Table 1 พบว่าอุณหภูมิและวิธีการในการอบแห้งมีผลต่อความแตกต่างในด้านสีของใบมะกรูดและตะไคร้ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลงโครงสร้างทางเคมีของคลอโรฟิลล์ที่เรียกว่าการเกิด pheophytinization ทำให้เกิดสีน้ำตาลของ pheophytin ซึ่งจะพบในกระบวนการที่ใช้ความร้อนในผักสีเขียว (กฤษณ์, 2545) ดังนั้นวิธีการและสภาวะในการทำแห้งจึงมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีในผลิตภัณฑ์ นอกจากนี้การอบแห้งยังมีผลทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงสีผิวของอาหารและเปลี่ยนแปลงการสะท้อนแสงของสี จึงทำให้การอบแห้งที่อุณหภูมิต่างกันมีค่าความแตกต่างของสีต่างกัน (นิธิยา, 2544) และจากผลการทดลองยังแสดงให้เห็นว่าการใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้งทั้งแบบขั้นตอนเดียวและสองขั้นตอนผลิตภัณฑ์ที่ได้มีการเปลี่ยนแปลงของสีน้อยกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ ซึ่งผลการทดลองมีแนวโน้มเดียวกับการทดลองของ ภูมิศักดิ์ (2549) ซึ่งศึกษาอุณหภูมิอบแห้งที่เหมาะสมกับพืชที่เป็นเครื่องปรุง (กะเพรา พริก ข่า ใบมะกรูด โหระพา และตะไคร้) โดยพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิค่อนข้างสูงจะทำให้พืชที่เป็นเครื่องปรุงแต่ละชนิดมีการคงสภาพความสวยงามของสีดีกว่าการใช้อุณหภูมิต่ำ

นอกจากนั้นอุณหภูมิและวิธีการอบแห้งยังมีผลต่ออัตราการดูดน้ำกลับของผักอบแห้ง โดยการอบแห้งใบมะกรูดและตะไคร้แบบสองขั้นตอนที่อุณหภูมิในช่วงอัตราเร็วคงที่ 80 องศาเซลเซียส และช่วงอัตราเร็วลดเท่ากับ 75 องศาเซลเซียส ผักทั้งสองชนิดมีอัตราการดูดน้ำกลับดีที่สุด เนื่องจากการใช้ลมร้อนที่มีอุณหภูมิสูงในช่วงต้นโครงสร้างเซลล์บริเวณผิวภายนอกของผลิตภัณฑ์จะแข็งอย่างรวดเร็ว เมื่อขอบเขตการทำแห้งเคลื่อนย้ายเข้าสู่บริเวณใจกลางของชิ้นอาหาร การหดตัวของชิ้นอาหารภายในจะก่อให้เกิดการแตกแยกที่ผิวเกิดเป็นรอยปริเล็กๆมากมาย ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะมีความหนาแน่นต่ำทำให้การดูดน้ำกลับคืนเพื่อให้กลับสู่สภาพเดิมเป็นไปอย่างรวดเร็ว และจากการลดอุณหภูมิในช่วงอัตราเร็วลดทำให้อัตราการถ่ายเทมวลสารจากภายในออกมาสู่ผิวนอกในช่วงนี้ลดลง ดังนั้นถึงแม้ขอบเขตการทำแห้งจะเคลื่อนเข้าสู่ใจกลางของชิ้นอาหารแต่ช่องว่างภายในชิ้นผักจะเกิดขึ้นเพียงเล็กน้อย ทำให้การหดตัวของผักน้อยลงจึงได้ผลิตภัณฑ์คล้ายของเดิม (กฤษณ์, 2545, สิริมา, 2541)

สรุปผล

วิธีการอบแห้งที่เหมาะสม ซึ่งทำให้ใบมะกรูดและตะไคร้มีค่าความแตกต่างของสีต่ำที่สุด และมีการคืนตัวดีที่สุด คือ การอบแห้งแบบสองขั้นตอนที่อุณหภูมิช่วงอัตราเร็วคงที่เท่ากับ 80 องศาเซลเซียส 30 นาที และช่วงอัตราเร็วลดเท่ากับ 75 องศาเซลเซียส 30 นาทีสำหรับใบมะกรูด และที่อุณหภูมิช่วงอัตราเร็วคงที่เท่ากับ 80 องศาเซลเซียส 70 นาที และช่วงอัตราเร็วลดเท่ากับ 75 องศาเซลเซียส 60 นาทีสำหรับตะไคร้ โดยคะแนนการยอมรับทางประสาทสัมผัสทางด้าน สี ลักษณะปรากฏ และความชอบโดยรวมของใบมะกรูดและตะไคร้อบแห้งอยู่ในระดับชอบเล็กน้อย และชอบปานกลางถึงชอบมาก ตามลำดับ

เอกสารอ้างอิง

กฤษณ์ จันท์โชติกุล, 2545, การศึกษากรรมวิธีและแบบจำลองในการทำแห้งกะเพรา, วิทยานิพนธ์ ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย มหาวิทยาลัยขอนแก่น, ขอนแก่น.

กิตติพงษ์ ห่วงรักษ์, 2535, กระบวนการแปรรูปอาหาร, ภาควิชาอุตสาหกรรมเกษตร คณะเทคโนโลยีการเกษตร สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ.

นิธิยา รัตนาปนนท์, 2544, หลักการแปรรูปอาหารเบื้องต้น, โอ. เอส. พริ้นติ้ง เฮาส์, กรุงเทพฯ, 148 หน้า.

ภูมิศักดิ์ อินทนนท์, (ม.ป.ป.), การวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยี การผลิตพืชเครื่องปรุงอาหารไทยเพื่อการส่งออก [สืบค้น], http:// www.thaifoodtoworld.com [12/ October/ 06].

สิริมา สุขพรรณ์, 2541, ผลของการทำแห้งโดยใช้ลมร้อนต่อปริมาณบีตา - แคโรทีนในแครอท, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีทางอาหาร บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ.

Luh, B. S., and Woodroof, J. G., 1977, Commercial vegetable processing, The AVI publishing, America, 391.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 139-142 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 139-142 (2550)

ผลของอุณหภูมิและเวลาต่อสมบัติการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของหัวหอมใหญ่อบแห้ง

Effect of Temperature and Time on Antioxidant Activity of Dried Onion

ชาตรี เอี้ยพิณ[1] และ ภาราได แจ่มจำรูญ[1]
Earpin, C.[1] and Chamchumroon, P.[1]

Abstract

This research was studied temperature and time for dried onion using antioxidant. The drying condition were drying at temperature of 50, 60 and 70 °C and time of 6, 9, 12 and 15 hours. The dried onion at 70 °C for 12 hours had the highest antioxidant activity. Also, the moisture content and color of dried onion were accepted. Then the efficiency of antioxidant from dried onion was studied. Dried onion were varied at 0, 3 and 5% (by weight of mixing minced pork and fat) compare with Butylated hydroxyl toluene (BHT) 0.0066% (by weight of mixing minced pork and fat) in cooked pork patties. Cooked pork patties were packed in low density polyethylene bag and freezing at -29 °C for 2 hours then kept at 0 °C for 0, 3, 5 and 7 hours. Thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) and Sensory evaluation were used as indicator. The result showed that 3% of dried onion in cooked pork patties had the lowest TBARS during storage and the onion flavor and rancidity were accepted by panelist.

Keywords : onion, drying, antioxidant activity

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้ศึกษาอุณหภูมิและเวลาในการอบแห้งต่อสมบัติการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของหัวหอมใหญ่อบแห้ง โดยศึกษาอุณหภูมิในการทำแห้งที่ 50, 60 และ 70 °C และเวลาในการทำแห้งเป็น 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง วิเคราะห์ antioxidant activity ความชื้น และค่าสี ของหัวหอมใหญ่อบแห้ง พบว่าหัวหอมใหญ่อบแห้งซึ่งทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 °C เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีค่า antioxidant activity สูงที่สุด คือ 32.63%ปริมาณความชื้น 9.43% และค่าสีอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ต่อมาศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของหัวหอมใหญ่อบแห้งในผลิตภัณฑ์ patties หมู โดยแปรปริมาณหัวหอมใหญ่เป็น 0, 3, 5% (โดยน้ำหนักเนื้อหมูผสมมันหมู) เปรียบเทียบกับสารที่ใช้ทางการค้าคือ butylated hydroxyl toluene (BHT) 0.0066% (น้ำหนักเนื้อหมูผสมมันหมู) ผสมในผลิตภัณฑ์ patties หมู โดยบรรจุในถุงพลาสติกชนิด low density polyethylene แช่เยือกแข็งที่ -29 °C เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 0 °C เป็นเวลา 0, 3, 5 และ 7 วัน วิเคราะห์ค่า thiobarbituric acid reactive substance (TBARS) และ คุณภาพทางด้านทางด้านประสาทสัมผัส พบว่าผลิตภัณฑ์ patties หมูที่ผสมหัวหอมใหญ่อบแห้ง 3 % มีค่า TBARS ต่ำที่สุด และต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับ BHT ในทุกระยะเวลาของการเก็บรักษา และคุณภาพด้านทางด้านประสาทสัมผัส ด้านกลิ่นรสหืนและกลิ่นรสหัวหอมใหญ่อยู่ในเกณฑ์ที่ผู้ทดสอบยอมรับได้

คำสำคัญ : หัวหอมใหญ่ การอบแห้ง antioxidant activity

คำนำ

ผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์จะมีการเสื่อมเสีย เนื่องจากเกิดกลิ่นหืน หรือ wormed over flavor (WOF) จากปฏิกิริยาออกซิเดชัน ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงในด้านรสชาติ และกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค การเกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันสามารถเกิดขึ้นได้จากปัจจัยต่างๆ คือ ชนิดของกรดไขมัน แสง อุณหภูมิ ออกซิเจน โลหะ และ รังสี การเก็บรักษาผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์โดยการแช่เยือกแข็ง หรือ แช่เย็น ไม่สามารถชะลอกลิ่นหืนที่เกิดปฏิกิริยาออกซิเดชันได้ จึงได้มีความพยายามที่จะใช้สารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ เพื่อช่วยชะลอการเกิดปฏิกิริยาดังกล่าว โดยสารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันในทางการค้าที่นิยมใช้ส่วนใหญ่เป็นสารสังเคราะห์ เช่น butylated hydroxyl anisole (BHA) butylated hydroxyl toluene (BHT) propyl gallate (PG) และ tertiary butyl hydroquinone (TBHQ) แม้สารสังเคราะห์เหล่านี้จะมีประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชัน แต่อาจเกิดอันตรายต่อผู้บริโภคได้ หากใช้ในปริมาณที่มากเกินจากที่กฎหมายกำหนด จาก

[1]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถนนลงหาดบางแสน แสนสุข เมือง ชลบุรี 20131
[1] Faculty of Science, Burapha University, 169 Long-Hard Bangsaen Rd., Saensook, Muang Chonburi 20131

การศึกษาผลของสารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันต่อสัตว์ทดลอง พบว่าการใช้สารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันในปริมาณที่มากและติดต่อเป็นเวลานานเป็นสาเหตุทำให้เกิดเนื้องอกและมะเร็ง จึงได้มีการพยายามหาสารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ได้จากธรรมชาติ ซึ่งน่าจะมีความปลอดภัยมากขึ้น จากการศึกษาพบประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของไขมันในเครื่องเทศหลายชนิด เช่น อบเชย ลูกจันทร์ กระเพรา โหระพา ออริกาโน และหัวหอมใหญ่ เป็นต้น เมื่อพิจารณาแล้วจะพบว่าหัวหอมใหญ่เป็นเครื่องเทศที่นิยมรับประทานในประเทศไทย และมีแนวโน้มที่สามารถนำไปใช้เป็นส่วนประกอบสำเร็จรูปในผลิตภัณฑ์เนื้อสัตว์ได้ง่าย จึงได้ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อสมบัติการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของหัวหอมใหญ่อบแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อสมบัติการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของหัวหอมใหญ่อบแห้ง โดยนำหัวหอมใหญ่ปอกเปลือกและล้างให้สะอาดปั่นด้วยเครื่องปั่นให้ละเอียดเป็นเวลา 1 นาที ทำแห้งด้วยเครื่องทำแห้งแบบถาดที่ 50, 60 และ 70 ºC เป็นเวลา 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง หัวหอมใหญ่อบแห้งที่ได้ประเมินคุณภาพ คือ ความชื้น และ antioxidant activity ต่อมาศึกษาประสิทธิภาพการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของหัวหอมใหญ่อบแห้งเปรียบเทียบกับสารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันที่ใช้ทางการค้า คือ butylated hydroxyl toluene (BHT) ในผลิตภัณฑ์ patties หมู โดยนำเนื้อสันนอกแยกไขมันผสมไขมันแข็งในอัตราส่วน 2 ต่อ 1 บดด้วยเครื่องบดให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 มิลลิเมตร ผสมหัวหอมใหญ่อบแห้ง แปรปริมาณ 0, 3 และ 5 เปอร์เซ็นต์ (โดยน้ำหนัก) ขึ้นรูปให้มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 5 เซนติเมตร ปรุงสุกด้วย microwave บรรจุถุงพลาสติกชนิด low density polyethylene แช่เยือกแข็งที่ -29 ºC เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เก็บรักษาที่ 0 ºC สุ่มผลิตภัณฑ์ทุก 0, 3, 5 และ 7 วัน ประเมินคุณภาพของผลิตภัณฑ์ คือ Thiobarbituric acid reactive substance (TBARs value)

ผล

การทำแห้งหัวหอมใหญ่ แปรอุณหภูมิเป็น 50, 60 และ 70 ºC เป็นเวลา 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง หัวหอมใหญ่อบแห้งที่ได้นำไปวิเคราะห์ค่า antioxidant activity และ ปริมาณความชื้น ผลการวิเคราะห์ข้อมูลทางสถิติไม่พบอิทธิพลร่วมระหว่างอุณหภูมิและเวลาต่อค่า antioxidant activity และ ความชื้น จึงแยกวิเคราะห์ตามปัจจัยที่มีผลแสดงผลดัง Table 1 และ 2

Table 1 ค่า antioxidant activity และ ปริมาณความชื้นของหัวหอมใหญ่อบแห้งที่อุณหภูมิ 50, 60 และ 70 ºC

อุณหภูมิ (ºC)	ค่า antioxidant activity (%)	ปริมาณความชื้น (%)
50	26.78±1.46[c]	12.68±1.09[a]
60	30.39±3.97[b]	11.23±0.57[b]
70	32.63±3.82[a]	9.43±0.63[c]

a-c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p \leq 0.05$)

Table 2 ค่า antioxidant activity ของหัวหอมใหญ่อบแห้งที่เวลา 6, 9, 12 และ 15 ชั่วโมง

เวลา (ชั่วโมง)	ค่า antioxidant activity (%)
6	26.23±2.31[c]
9	29.21±3.38[b]
12	31.67±3.99[ab]
15	32.62±3.35[a]

a-c ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวตั้ง หมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

การผลิต patties หมู ผสมหัวหอมใหญ่อบแห้ง แปรปริมาณเป็น 0, 3 และ 5 % (โดยน้ำหนัก) เปรียบเทียบกับสารที่ใช้ทางการค้า คือ BHT บรรจุ บรรจุในถุงพลาสติกชนิด low density polyethylene แช่เยือกแข็งที่ -29ºC เป็นเวลา 2 ชั่วโมง เก็บรักษาที่ 0 ºC วิเคราะห์คุณภาพของผลิตภัณฑ์ patties หมู คือ TBARs ได้ผลดังแสดงใน Table 3

Table 3 ค่า TBARs ของผลิตภัณฑ์ patties หมู โดยผสมหัวหอมใหญ่อบแห้ง 0-5 % และ BHT 0.0066% (โดยน้ำหนัก)

ระยะเวลาการเก็บรักษา(วัน)	ค่า TBARs			
	ปริมาณหัวหอมใหญ่อบแห้ง (%)			ปริมาณ BHT(%)
	0	3	5	0.0066
0	5.24±0.64[a]	2.88±0.16[c]	3.69±0.29[b]	4.08±0.36[b]
3	6.09±0.45[a]	2.96±0.11[d]	3.42±0.16[c]	4.11±0.08[b]
5	5.46±0.37[a]	2.89±0.12[d]	3.59±0.10[c]	4.12±0.19[b]
7	5.59±0.19[a]	2.91±0.20[d]	3.80±0.60[c]	4.10±0.08[b]

a-d ตัวเลขที่มีอักษรกำกับต่างกันตามแนวนอน หมายถึง ข้อมูลมีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p < 0.05$)

วิจารณ์ผล

ค่า antioxidant activity เมื่อพิจารณาอิทธิพลของอุณหภูมิ (Table 1) และ เวลา (Table 2) พบว่าเมื่ออุณหภูมิและเวลาเพิ่มขึ้น ค่า antioxidant activity เพิ่มขึ้น เนื่องจากความร้อนไปกระตุ้นกิจกรรมของเอนไซม์ β-glucosidase ในหัวหอมใหญ่ โดยเอนไซม์ชนิดนี้จะย่อยสลาย quercetin glycoside ไปเป็น quercetin aglycons เป็นผลให้มีหมู่ไฮดรอกซิลเพิ่มขึ้น ดังนั้นจึงสามารถจับอนุมูลอิสระที่เป็นสาเหตุทำให้เกิดกลิ่นหืนในผลิตภัณฑ์ได้มากขึ้น โดยเอนไซม์ β-glucosidase จะมีกิจกรรมที่เหมาะสม คือ pH 4.5 และอุณหภูมิ 70 ºC (Dominic,1995) ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Fu (2004) ศึกษาผลของกระบวนการทำแห้ง 3 วิธี คือ การทำแห้งด้วยลมร้อน การทำแห้งแบบสุญญากาศ และการทำแห้งแบบแช่เยือกแข็ง พบว่าหัวหอมใหญ่ที่ทำแห้งด้วยลมร้อน มีค่า antioxidant activity สูงที่สุด นอกจากนี้เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นจะมีผลให้ค่า antioxidant activity เพิ่มขึ้นในระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น จากตารางที่ 2 เมื่อใช้เวลาทำแห้งจาก 6 เป็น 12 ชั่วโมงจะเห็นว่าค่า antioxidant activity สูงขึ้น แต่หลังจาก 12 ชั่วโมงค่า antioxidant activity คงที่ เนื่องจากสารประกอบในหัวหอมใหญ่ที่เอนไซม์ใช้เป็นสารตั้งต้นหมดไป ปริมาณความชื้น เมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้น ปริมาณความชื้นในหัวหอมใหญ่ลดลง เนื่องจากเมื่ออุณหภูมิเพิ่มขึ้นจะทำให้อุณหภูมิของน้ำในหัวหอมใหญ่ใกล้อุณหภูมิที่เป็นจุดเดือด ซึ่งที่อุณหภูมิดังกล่าว น้ำจะเปลี่ยนสถานะจากของเหลวกลายเป็นไอ จึงมีผลให้น้ำในหัวหอมใหญ่ลดลง ปริมาณความชื้นจึงลดลง เมื่อเวลาเพิ่มขึ้นไม่มีผลต่อปริมาณความชื้น เพราะว่าจากกราฟการทำแห้งหัวหอมใหญ่ (drying curve) พบว่า อุณหภูมิในการอบแห้งที่ 50, 60 และ 70 ºC ใช้เวลาในการกำจัดน้ำอิสระจนน้ำหนักคงที่ใช้เวลา 4, 3 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ ดังนั้นเมื่อใช้เวลาเพิ่มขึ้นมากกว่าเวลาดังกล่าวจึงไม่มีผลให้ปริมาณความชื้นของหัวหอมใหญ่ลดลงดังนั้นเมื่อพิจารณาจากค่า antioxidant activity และปริมาณความชื้น จึงเลือกหัวหอมใหญ่อบแห้งที่อุณหภูมิ 70ºC เป็นเวลา12 ชั่วโมง เพื่อศึกษาในผลิตภัณฑ์ patties หมู

ค่า TBARs ของผลิตภัณฑ์ patties หมู ที่ผสมหัวหอมใหญ่อบแห้ง 3 % มีค่าต่ำที่สุด ตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษา แต่จากผลการทดลองให้ข้อสังเกตว่าการใช้ในปริมาณที่มากเกินไปจะมีผลให้ประสิทธิภาพลดลง ซึ่ง Vinsion และคณะ (1995) กล่าวว่าสารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันจะมีประสิทธิภาพที่ดีเมื่อมีระดับความเข้มข้นที่ต่ำ แต่ถ้ามีระดับความเข้มข้นที่สูง จะทำหน้าที่เป็น prooxidant และจากงานวิจัยของ Cao และคณะ (1997) กล่าวว่าสมบัติของสารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟลาโวนอยด์ คือ สารประกอบเหล่านี้ชอบให้โปรตอนหรืออิเลคตรอนคู่โดดเดี่ยวกับอนุมูลอิสระ แล้วเปลี่ยนไปเป็น antioxidant-derived radical (aroxyl-radical) กลไกการยับยั้งของสารประกอบฟลาโวนอยด์คล้ายกับสารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันทั่วไป จึงจำเป็นต้องใช้ที่ระดับความเข้มข้นต่ำ และเมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพของสารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันจากหัวหอมใหญ่อบแห้ง กับ BHT พบว่าประสิทธิภาพของหัวหอมใหญ่อบแห้งดีกว่า เนื่องจากประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันขึ้นกับ ตำแหน่ง และ degree of hydroxylation (Hudson, 1990) หากพิจารณาด้านโครงสร้างจะเห็นว่า BHT มีหมู่ไฮดรอกซิลเพียงหมู่เดียว ในขณะที่ quercetin มีหมู่ไฮดรอกซิลที่ตำแหน่งที่ 3, 3', 4' อีกทั้งสารยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันที่มาจากธรรมชาติสามารถเกิดสารประกอบเชิงซ้อนกับ pro-oxidant metal และเป็นตัวยับยั้งการเกิด singlet oxygen ได้อีกด้วย (Hudson, 1990)

สรุปผล

ศึกษาผลของอุณหภูมิและเวลาต่อประสิทธิภาพในการยับยั้งปฏิกิริยาออกซิเดชันของหัวหอมใหญ่อบแห้ง พบว่าการทำแห้งที่อุณหภูมิ 70 ºC เป็นเวลา 12 ชั่วโมง หัวหอมใหญ่อบแห้งมีค่า antioxidant activity สูงที่สุด

ศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของหัวหอมใหญ่อบแห้งและสารกันหืนทางการค้า คือ BHT ในผลิตภัณฑ์ patties หมู พบว่า ผลิตภัณฑ์ patties หมูที่ผสมหัวหอมใหญ่อบแห้ง 3% มีค่า TBARs ต่ำที่สุด และต่ำกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับผลิตภัณฑ์ Patties หมูที่ผสม BHT

เอกสารอ้างอิง

Cao, G., Sofic, E. and Prior, R. L., 1997, Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids : Structure-activity relationship, Free Radical Biology and Medicine, 22(5): 749-760.

Dominic, W. S., 1995, Food enzymes : Structure and mechanism, Chapman and Hall, London.

Fu, H. Y., 2004, Free radical scavenging and leukemia cell growth inhibitory properties of onion powers treated by different heating process. Journal of Food Science, 69(1): 50-54.

Hudson, B. J., 1990, Food antioxidants, Elsevier Science, London.

Vinsion, J. A., Dabbagh, Y. A., Serry, M. M., and Jang, J., 1995, Plant flavonoids, especially tea flavonols are powerful antioxidant using as in vitro oxidation model for heart disease, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 43(1): 2800-2802.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl): 143-146 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 143-146 (2550)

การสกัดและการวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสของโอลีโอเรซินจากหอมหัวใหญ่ (*Allium cepa L.*)

Extraction and Identification the Volatile Flavor of Oleoresin from Onion (*Allium cepa L.*)

อมรรัตน์ ตั้งสกุล[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ อรพิน เกิดชูชื่น[1]

Tungsakul, A.[1], Laohakunjit, N.[1] and Kerdchoechuen, O.[1]

Abstract

Oleoresin extraction of onion bulbs was conducted using mixed solvents of ethanol and hexane. Mixed solvents were varied 5 ratio of 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 and 0:100. The result showed that onion oleoresin extracted with ethanol (100:0) gave the highest yield at 45.8% and L, a, and b values were 31.9, -0.4 and 3.0, respectively. However oleoresin extracted with ethanol:hexane at 75:25, 50:50, 25:75 gave the yield at 30.6, 23.0 and 14.0, respectively and L, a, b values were 32.2, -0.1, 3.3 and 32.4, 0.9, 4.2 and 32.8, -0.6, 4.4, respectively. Oleoresin extracted with hexane (0:100) had the lowest yield (3.0%) and L, a, b values were 33.3, -0.3 and 5.4. Using dynamic headspace gas chromatography-mass spectrometry (DHS GC-MS) analysis, it was found that onion oleoresin was composed of more than 15 volatile compounds. 2,4-dimethylthiophene, dimethyl sulfide, dipropyl disulfide and dimethyl trisulfide were major components with %relative peak area 10.45, 17.17, 4.03 and 7.33 respectively. Onion oleoresin extracted by ethanol (100:0) had the distinctive flavor to enhance flavors in various kinds of food.

Keywords : onion, oleoresin, flavor, Dynamic Headspace Gas Chromatography-Mass Spectrometry

บทคัดย่อ

การสกัดโอลีโอเรซิน (Oleoresin) จากหอมหัวใหญ่ โดยใช้ตัวทำละลายผสมระหว่างเอทานอลและเฮกเซนที่แปรสัดส่วน 5 ระดับ คือ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 พบว่าโอลีโอเรซินหอมหัวใหญ่ที่สกัดด้วยเอทานอล (100:0) มี %yield สูงที่สุดร้อยละ 45.8 มีค่า L, a และ b เท่ากับ 31.9, -0.4 และ 3.0 ตามลำดับ ส่วนการสกัดโอลีโอเรซินด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างเอทานอลกับเฮกเซนที่มีสัดส่วน 75:25, 50:50 และ 25:75 ให้ %yield เท่ากับ 30.6, 23.0 และ 14.0 ตามลำดับ โดยมีค่า L, a และ b เท่ากับ 32.2, -0.1, 3.3 และ 32.4, 0.9, 4.2 และ 32.8, -0.6, 4.4 ตามลำดับ แต่โอลีโอเรซินหอมหัวใหญ่ที่สกัดด้วยเฮกเซน (0:100) มี %yield ต่ำที่สุด (ร้อยละ 3.0) มีค่า L, a และ b เท่ากับ 33.3, -0.3 และ 5.4 เมื่อวิเคราะห์สารให้กลิ่นรสในโอลีโอเรซินหอมหัวใหญ่ด้วย dynamic headspace gas chromatography-mass spectrometry (DHS GC-MS) พบสารหอมระเหยมากกว่า 15 ชนิด แต่สารประกอบหลักในโอลีโอเรซินที่สกัดด้วยเอทานอล (100:0) คือ 2,4-dimethylthiophene, dimethyl sulfide, dipropyl disulfide และ dimethyl trisulfide มี %relative peak area เท่ากับ 10.45, 17.17, 4.03 และ 7.33 ตามลำดับ โดยโอลีโอเรซินที่สกัดด้วยเอทานอล (100:0) มีเอกลักษณ์ด้านกลิ่นและรสชาติที่ดี สามารถนำมาใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในอาหารหลายชนิดได้

คำสำคัญ : หอมหัวใหญ่, โอลีโอเรซิน, กลิ่นรส, Dynamic Headspace Gas Chromatography-Mass Spectrometry

คำนำ

กลิ่นรสที่เป็นลักษณะเฉพาะของหอมหัวใหญ่ได้มาจากสารประกอบ sulfur เกิดขึ้นเมื่อเอนไซม์ alliinase เข้าทำปฏิกิริยากับ cysteine-sulfoxides ขณะที่เซลล์ได้รับการกระทบกระเทือนหรือถูกทำลายโดยทางกล (Yoo และคณะ, 1999) ในปี 1961 Carson และ Wong วิเคราะห์สารให้กลิ่นรสในหอมหัวใหญ่จากการสกัดด้วย isopentane โดยใช้ gas-liquid partition chromatography พบ methyl-*n*-propyl disulfide และ *n*-propyl disulfide เป็นสารให้กลิ่นรสในหอมหัวใหญ่ Simandi และคณะ (2000) สกัดสารให้กลิ่นรสในหอมหัวใหญ่ด้วยไอน้ำ เปรียบเทียบกับวิธีการสกัดด้วยเอทานอล เฮกเซน และคาร์บอนไดออกไซด์ พบว่า %yield ของสารให้กลิ่นรสจากหอมหัวใหญ่ที่สกัดด้วยไอน้ำ มีเพียงร้อยละ 3–4 โดยน้ำหนัก และการสกัดด้วยเอทานอลให้ %yield สูงที่สุด แต่การสกัดด้วยคาร์บอนไดออกไซด์ให้ปริมาณสารประกอบ sulfur สูงที่สุด

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

ต่อมา Lanzotti (2006) ได้วิเคราะห์สารให้กลิ่นรสในหอมหัวใหญ่โดยใช้ HPLC, TLC, และ GC-MS พบสารประกอบหลักเป็นสารประกอบมีขั้วที่มี sulfur เป็นองค์ประกอบ และสารประกอบของ thiosulfinates ประเทศไทยสามารถผลิตหอมหัวใหญ่ได้ถึง 35,198 ตันต่อปี แต่การเก็บรักษาผลผลิตไม่เพียงพอต่อความต้องการของผู้บริโภคตลอดทั้งปี จึงมีการนำเข้าหอมหัวใหญ่และหอมหัวใหญ่แปรรูปจากต่างประเทศถึง 30,430 ตัน คิดเป็นมูลค่า 173 ล้านบาท (กรมศุลกากร, 2548) ดังนั้นการนำหอมหัวใหญ่มาสกัดเป็นโอลีโอเรซินเพื่อใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสจึงเป็นทางเลือกอีกทางหนึ่งเพื่อเพิ่มมูลค่า งานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาการสกัดโอลีโอเรซินและวิเคราะห์องค์ประกอบสารให้กลิ่นรสของโอลีโอเรซินจากหอมหัวใหญ่พันธุ์ 'Yellow' ที่ปลูกมากในประเทศไทย โดยใช้เทคนิค Dynamic Headspace Gas Chromatography-Mass Spectrometry(DHS GC-MS)

อุปกรณ์และวิธีการ

สกัดโอลีโอเรซินจากหอมหัวใหญ่พันธุ์ 'Yellow' โดยใช้ตัวทำละลายผสมระหว่างเอทานอลและเฮกเซนที่แปรสัดส่วน 5 ระดับ คือ 100:0, 75:25, 50:50, 25:75 และ 0:100 นำหอมหัวใหญ่มาหั่นและสกัดด้วยตัวทำละลายนาน 24 ชั่วโมงที่อุณหภูมิห้อง กรองและระเหยตัวทำละลายออกด้วยเครื่อง rotary evaporatory นำไปวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีและทางกายภาพ ได้แก่ ปริมาณผลิตภัณฑ์ (%yield, w/w drybasis) ดัชนีการหักเหคลื่นแสง (refractive index, RI) ด้วย hand-held refractometer รุ่น R-5000, ATAGO และค่าความเข้มสี (color) โดยใช้เครื่อง chromameter รุ่น CR-10, Minolta ส่วนการวิเคราะห์สารให้กลิ่นรส (volatile flavor) โดยเครื่อง GC-MS (Agilent GC6890, MSD 5975, USA) มีสภาวะคือ คอลัมน์ HP Innowax ยาว 60 เมตร เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.32 มิลลิเมตร หนา 0.50 ไมโครเมตร ใช้ helium เป็น carrier gas อุณหภูมิ oven เริ่มต้น 60°C เพิ่ม 10 °C/นาที ถึง 220 °C คงที่ 25 นาที นำเข้าสารด้วยเทคนิค dynamic Headspace โดยบ่งชี้คุณลักษณะของสารเทียบกับ NIST Library มี quality match มากกว่าร้อยละ 80 และเทียบกับค่า Retention Indices (RI) ที่ได้จาก n-alkanes (C11-C25)

ผล

โอลีโอเรซินจากหอมหัวใหญ่ที่สกัดด้วยเอทานอล (100:0) มี %yield สูงที่สุดร้อยละ 45.8 มีค่า L, a และ b เท่ากับ 31.9, -0.4 และ 3.0 ตามลำดับ ส่วนการสกัดโอลีโอเรซินด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างเอทานอลและเฮกเซนที่มีสัดส่วน 75:25, 50:50 และ 25:75 ให้ %yield เท่ากับ 30.6, 23.0 และ 14.0 ตามลำดับ โดยมีค่า L, a และ b เท่ากับ 32.2, -0.1, 3.3 และ 32.4, 0.9, 4.2 และ 32.8, -0.6, 4.4 ตามลำดับ แต่โอลีโอเรซินหอมหัวใหญ่ที่สกัดด้วยเฮกเซน (0:100) มี %yield ต่ำที่สุด คือร้อยละ 3.0 และมีค่าสี L, a และ b เท่ากับ 33.3, -0.3 และ 5.4 ส่วนค่า RI ของโอลีโอเรซินที่สกัดด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างเอทานอลและเฮกเซนอัตราส่วน 100:0, 75:25, 50:50, 25:75, และ 0:100 ไม่แตกต่างกัน ($p<0.05$) มีค่าเท่ากับ 1.432, 1.445, 1.445, 1.435 และ 1.460 ตามลำดับ (Table 1) สารหอมระเหยให้กลิ่นรสของโอลีโอเรซินหอมหัวใหญ่ที่สกัดด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างเอทานอลและเฮกเซนทุกสัดส่วนพบมากกว่า 15 ชนิด แต่สารประกอบหลักในโอลีโอเรซินที่สกัดด้วยเอทานอล (100:0) คือ 2,4-dimethylthiophene, dimethyl sulfide, dipropyl disulfide และ dimethyl trisulfide มี %relative peak area มากที่สุดเท่ากับ 10.45, 17.17, 4.03 และ 7.33 ตามลำดับ มี odor description ดัง Table 2 และ Figure 1

วิจารณ์ผล

โอลีโอเรซินที่สกัดด้วยเอทานอล มี %yield สูงสุดเนื่องจากรงควัตถุและองค์ประกอบของสารประกอบในหอมหัวใหญ่สามารถละลายได้ดี ทำให้ลักษณะของสารละลายที่ได้จากการสกัดด้วยเอทานอลมีสีเหลืองเป็นเนื้อเดียวกัน เนื่องจากความสามารถของตัวทำละลายเอทานอลมีคุณสมบัติเป็นตัวทำละลายที่มีขั้ว โอลีโอเรซินที่สกัดจากตัวทำละลายผสมระหว่างเอทานอลและเฮกเซนทั้ง 5 สัดส่วน มีค่า RI ไม่แตกต่างกัน ($p<0.05$) บ่งบอกว่าโอลีโอเรซินมีค่าความบริสุทธิ์ใกล้เคียงกันและอยู่ในเกณฑ์มาตรฐานทางการค้า (น้อยกว่า 2) กลิ่นของโอลีโอเรซินที่ได้จากเอทานอลมีกลิ่นดีที่สุดมี odour profile ดีกว่าหอมสด แสดงว่าในการสกัดโอลีโอเรซินหอมหัวใหญ่ด้วยตัวทำละลายที่เหมาะสม (เอทานอล:100:0) ไม่ทำให้สารระเหยได้ที่เป็นองค์ประกอบสำคัญสูญหายไป รวมทั้งมี % yield และปริมาณ % relative peak area ขององค์ประกอบหลักในหอมหัวใหญ่สูงสุด จึงสามารถใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในผลิตภัณฑ์อาหาร

Table 1 สมบัติทางกายภาพของโอลีโอเรซินที่สกัดด้วยตัวทำละลายผสมระหว่างเอทานอลและเฮกเซน

ชนิดของตัวทำละลาย	RI[(ns)]	% yield (w/w)	color			ลักษณะปรากฏ (สังเกตด้วยตา)
			L	a	b	
ethanol : hexane(100:0)	1.432	45.8[a]	31.9[a]	-0.4[a]	+3.0[a]	สีเหลืองเข้มใส
ethanol : hexane(75:25)	1.445	30.6[b]	32.2[ab]	-0.1[a]	+3.3[a]	สีเหลืองเข้มใส
ethanol : hexane(50:50)	1.445	23.0[c]	32.4[ab]	0.9[b]	+4.2[b]	สีเหลืองเข้มขุ่น
ethanol : hexane(25:75)	1.435	14.0[d]	32.8[ab]	-0.6[a]	+4.4[b]	สีเหลืองเข้มขุ่น
ethanol :hexane(0:100)	1.460	3.0[e]	33.3[b]	-0.3[a]	+5.4[c]	สีเหลืองเข้มขุ่น

a, b, c, d, e ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

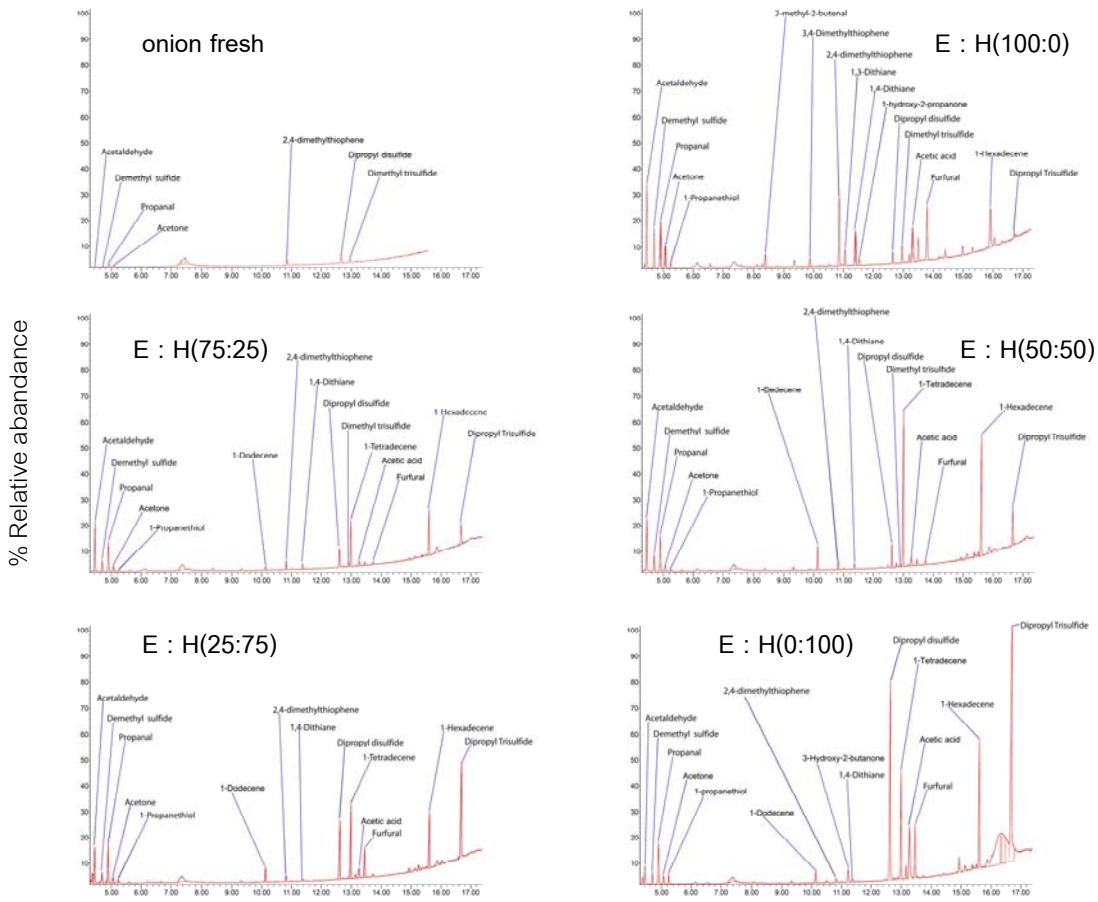


Figure 1 โครมาโตแกรมขององค์ประกอบสารระเหยให้กลิ่นรสในหอมหัวใหญ่สด และโอลีโอเรซินจากหอมหัวใหญ่ที่สกัดด้วยตัวทำละลายผสมระหวางเอทานอลและเฮกเซน (E:H) ที่แปรสัดส่วน 5 ระดับ

สรุปผล

การสกัดโอลีโอเรซินหอมหัวใหญ่ (*Allium cepa* L.) โดยใช้ตัวทำละลายเอทานอลเหมาะสมที่สุด มี %yield มีองค์ประกอบของสารระเหยได้ และ % relative peak area ขององค์ประกอบทั้งหมดสูงสุด นอกจากอิทธิพลของตัวทำละลายมีผลต่อปริมาณและคุณภาพของโอลีโอเรซินแล้ว เทคนิคในการวิเคราะห์มีผลต่อการตรวจสอบและการหาปริมาณขององค์ประกอบในโอลีโอเรซินหอมหัวใหญ่ด้วย ดังนั้นการสกัดโอลีโอเรซินให้ได้คุณภาพจึงเป็นการพัฒนากระบวนการแปรรูปและเพิ่มมูลค่าของหอมหัวใหญ่ต่อไป

Table 2 องค์ประกอบของสารหอมระเหยในโอลีโอเรซินหอมหัวใหญ่ที่สกัดด้วยตัวทำละลายเอทานอลและเฮกเซน

Compounds	R.I.	% relative peak area						Odor description*
		หอมสด	Ethanol : Hexane (100:0)	Ethanol : Hexane (75:25)	Ethanol : Hexane (50:50)	Ethanol : Hexane (25:75)	Ethanol : Hexane (0:100)	
Acetaldehyde	713	7.59	16.13	18.18	10.90	7.34	1.79	nutty alcoholic note
Dimethyl sulfide	754	10.06	10.45	6.58	3.17	2.25	1.65	onion
Propanal	783	13.33	11.05	10.35	5.60	6.14	3.22	sweet
Acetone	815	9.62	3.91	2.09	1.12	1.79	1.31	-
1-Propanethiol	843	-	1.07	0.41	0.84	1.20	0.90	garlic, allium, onion
2-methyl-2-butenal	1344	-	1.78	-	-	-	-	-
3,4-Dimethylthiophene	1579	-	1.06	-	-	-	-	onion
1-Dodecene	1624	-	-	1.13	4.12	2.03	1.08	-
2,4-Dimethylthiophene	1735	16.57	17.17	3.14	1.78	1.02	0.04	sulfurous, onion
1,3-Dithiane	1766	-	2.51	-	0.50	-	-	garlic, onion
3-hydroxy-2-butanone	1799	-	-	-	-	-	1.73	-
1,4-Dithiane	1822	-	3.09	2.35	1.95	1.09	0.43	garlic, onion
1-hydroxy-2-propanone	1842	-	0.80	-	-	-	-	-
Dipropyl disulfide	2022	29.82	4.03	7.14	8.26	14.21	22.55	onion
Dimethyl trisulfide	2071	13.01	7.33	2.94	1.05	-	-	fresh onions, onion
1-Tetradecene	2081	-	-	16.61	29.9	15.52	8.44	mild pleasant odor
Acetic acid	2126	-	3.02	2.23	2.96	2.41	6.04	vinegar
Furfural	2202	-	8.90	1.03	1.45	8.14	5.16	almonds
1-Hexadecene	2497	-	5.81	18.86	17.57	14.09	11.95	-
Dipropyl trisulfide	2668	-	1.89	8.96	8.83	22.77	33.71	garlic, onion

* ที่มา Mottram, 2007

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบพระคุณทุนโนวาร์ติสเฉลิมพระเกียรติ 72 พรรษา ที่สนับสนุนทุนวิจัย

เอกสารอ้างอิง

ฝ่ายวิเคราะห์ข้อมูลกรมส่งเสริมการเกษตร, 2537, สถิติการปลูกพืชพัก ปีการเพาะปลูก 2530/31 ถึง 2535/36, กองแผนงานและโครงการพิเศษ กรมส่งเสริมการเกษตร, กรุงเทพฯ, 1 หน้า.

Simandi, B., Agnes, S. K. and Balint, C., 2000, Pilot-scale extraction and fractional separation of onion oleoresin using supercritical carbon dioxide", Journal of Food Engineering, 46: 183-188.

Carson, J. F. and Wong, F. F., 1961, The Volatile Flavor Components of onion, Agricultural and Food Chemistry, 9: 140-143.

Yoo, K. S. and Pike, L. M., 1999, Development of an automated system for pyruvic acid analysis in onion breeding, Scientia Horticulturae, 82: 193-201.

Lanzotti, V., 2006, The analysis of onion and garlic, Journal of Chromatography A, 1112(1-2): 3-22.

Mottram, R., 2007, The LRI & Odour Database. [Online], Available: http://www.odour.org.uk/cgi-bin/odour.cgi?odour=onion [January 20, 2007].

อิทธิพลของพืชอาหารสัตว์ต่อกลิ่นของน้ำนมแพะ

Effect of Feeding Forage on Odor of Goat Milk

ทิพสุคนธ์ บุญรอด[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และเพ็ญศรี ศรประสิทธิ์[2]

Boonrod, T.[1], Kerdchoechuen, O[1], Laohakunjit, N.[1] and Sornprasit, P.[2]

Abstract

Effect of various forage on odor of goat milk was conducted at three goat raising farms; 2 farmers and 1 private commercial company. Forage of the first farm (Farm 1) were *Leucaena leucocaphala* and concentrate and feeding crops of the second farm were paragrass, peanut shell, and corn stem but the private company used grass hay with total mixed ration (TMR). For odor analysis, gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) with SPME (solid phase microextraction) was used. Odor of goat milk from Farm 1 contained of isopropyl myristate (50.18%) and diethyl phthalate (39.31%). The major components of goat milk odor from Farm 2 were 1-nonanol (43.56%) and acetaldehyde (7.79%) but major components of goat milk odor from commercial company were hexanal (40.57%) and 1-nonanol (29.99%). For sensory evaluation, fresh goat milk was tasted by 6 flavorists. Results showed that goat milk from Farm 1 and 2 had a high score of rancid odor even though they were accepted in tasted overall acceptance than the commercial company.

Keywords : forage, goat milk, odor analysis, GC-MS

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของพืชอาหารสัตว์ชนิดต่างๆต่อกลิ่นของน้ำนมแพะ ดำเนินการในฟาร์มเลี้ยงแพะของเกษตรกร 2 ฟาร์ม เทียบกับฟาร์มมาตรฐานที่ผลิตทางการค้า พบว่าอาหารที่ใช้สำหรับการเลี้ยงแพะฟาร์มที่ 1 ได้แก่ กระถินและอาหารข้น ฟาร์มที่ 2 ได้แก่ หญ้าขนสด เปลือกถั่วเหลือง และต้นข้าวโพด และฟาร์มมาตรฐาน ได้แก่ หญ้าแห้ง และอาหารผสมเสร็จ (TMR) เมื่อนำน้ำนมแพะมาวิเคราะห์องค์ประกอบของสารหอมระเหยโดยใช้ gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) โดยใช้เทคนิค SPME (solid phase microextraction) พบว่ากลิ่นของน้ำนมแพะฟาร์มที่ 1 มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ isopropyl myristate (50.18%) และ diethyl phthalate (39.31%) ฟาร์มที่ 2 ได้แก่ 1-nonanol (43.56%) และ acetaldehyde (7.79%) และฟาร์มมาตรฐาน ได้แก่ hexanal (40.57%) และ 1-nonanol (29.99%) สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยผู้เชี่ยวชาญจำนวน 6 คน พบว่า น้ำนมแพะจากฟาร์มที่ 1 และฟาร์มที่ 2 มีกลิ่นหืนสูงกว่าฟาร์มมาตรฐาน แต่ได้รับคะแนนด้านรสชาติมากกว่าฟาร์มมาตรฐาน

คำสำคัญ : พืชอาหารสัตว์ น้ำนมแพะ การวิเคราะห์กลิ่น GC- MS

คำนำ

น้ำนมแพะมีกลิ่นเฉพาะตัวหรือกลิ่น ‘goaty’ ส่งผลให้ผู้บริโภคส่วนใหญ่ไม่ยอมรับ ซึ่งการเกิดกลิ่นของน้ำนมแพะมาจากหลายปัจจัย ได้แก่ ปริมาณไขมันอิสระ (free fatty acids) และชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง (Jaubert และคณะ, 2002) ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงแพะเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อคุณภาพและกลิ่นของน้ำนมแพะ และเป็นปัจจัยที่ควบคุมยาก เนื่องจากแพะกินพืชอาหารสัตว์ได้ทุกชนิด ทั้งพืชอาหารที่ปลูกหรือหาได้ตามธรรมชาติ เช่น กระถิน หญ้าแพงโกล่า หญ้ารูซี่ ถั่วฮามาต้า เป็นต้น รวมทั้งพืชอาหารสัตว์ที่เป็นส่วนประกอบของอาหารข้นและอาหารผสมเสร็จ เช่น กากถั่วเหลือง ข้าวโพด มันสำปะหลัง เป็นต้น ซึ่งพืชอาหารสัตว์แต่ละชนิดมีระดับโภชนะที่แตกต่างกันออกไป จึงส่งผลต่อผลผลิตของแพะ คุณภาพและกลิ่นของน้ำนมแพะ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ถนนเทียนทะเล บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Tein-talay Rd., Bangkhuntein, Bangkok 10150

[2]ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สัตว์แก้ว อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว 27260

[2]Sa Kaew Animal Nutrition Research and Development Center, Khlong Had, Sa Kaew 27260

แตกต่างกันออกไป (Soryal และคณะ, 2004) งานวิจัยนี้จึงศึกษาพืชอาหารสัตว์ต่อองค์ประกอบสารหอมระเหยที่เป็นสารให้กลิ่นของน้ำนมแพะ สำหรับนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนาคุณภาพของน้ำนมแพะต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างน้ำนมแพะจากฟาร์มที่มีการเลี้ยงด้วยอาหารต่างชนิดกันจำนวน 3 ฟาร์ม คือ ฟาร์มที่ 1 ในเขตอำเภอชะอำ จ.เพชรบุรี ได้แก่ กระถินและอาหารข้น ฟาร์มที่ 2 ในเขตทุ่งครุ จ.กรุงเทพมหานคร ได้แก่ หญ้าขนสด เปลือกถั่วเหลือง และต้นข้าวโพด และฟาร์มมาตรฐาน ได้แก่ หญ้าแห้งและอาหารผสมเสร็จ (TMR) โดยบรรจุในถุงแช่เย็น นำน้ำนมแพะมาวิเคราะห์องค์ประกอบสารหอมระเหยโดยใช้ Head space SPME-gas chromatography mass Spectrometry (GC-MS) (ดัดแปลงจากวิธีของ Andreas และคณะ, 2006) ซึ่ง สภาวะ ของ GC-MS คือ อุณหภูมิเริ่มต้นของ oven เท่ากับ 40 องศาเซลเซียส คงที่เป็นเวลา 10 นาที และเพิ่มอุณหภูมิ เป็น 140 องศาเซลเซียส อัตรา 5 องศาเซลเซียสต่อนาที และเพิ่มอุณหภูมิจนถึง 220 องศาเซลเซียส อัตรา 8 องศาเซลเซียสต่อนาที และคงอุณหภูมิไว้ที่ 220 องศาเซลเซียส นาน 5 นาที จำแนก (identify) องค์ประกอบของสารระเหยโดยเปรียบเทียบกับ National Institute of Standards and Technology (NIST) Library และประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของน้ำนมแพะโดยให้ผู้เชี่ยวชาญทางด้านกลิ่น (flavorist) จากบริษัท Firmenich จำนวน 6 คน ประเมินผลทางด้านกลิ่นรสของผลิตภัณฑ์ ใช้แบบสอบถาม scoring test 5-point scale ตามวิธี Descriptive for flavor profile (Caul, 1957) โดยประเมินผลออกมาในรูปแบบแผนภาพใยแมงมุม (spider profile)

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์กลิ่นของน้ำนมแพะจาก 3 ฟาร์มที่มีการเลี้ยงโดยใช้ชนิดอาหารที่แตกต่างกัน พบว่ามีองค์ประกอบของสารหอมระเหย และมี % relative peak ดัง Table 1 และ Figure 1 ซึ่งฟาร์มที่ 1 ใช้กระถินและอาหารข้นเลี้ยงแพะ มีสารหอมระเหยสำคัญ คือ isopropyl myristate (50.18%), diethyl phthalate (39.31%) และ 1-hexadecene (5.36%) สำหรับฟาร์มที่ 2 ที่ใช้หญ้าขนสด เปลือกถั่วเหลือง และต้นข้าวโพด เป็นอาหารสัตว์ มีสารประกอบหลัก คือ 1-nonanol (45.19%), acetaldehyde (9.42%) และ ethylene oxide (6.80%) และฟาร์มมาตรฐาน ที่ใช้หญ้าแห้ง และอาหารผสมเสร็จ (TMR) เป็นอาหารสัตว์ มีองค์ประกอบหลักที่สำคัญ ได้แก่ hexanal (40.57%), 1-nonanol (29.99%) และ nitrous oxide (8.59%) เห็นได้ว่าน้ำนมแพะจากฟาร์มที่ 1 ฟาร์มที่ 2 และฟาร์มมาตรฐาน มีองค์ประกอบของสารหอมระเหยที่ต่างกัน เนื่องมาจากพืชอาหารสัตว์แต่ละชนิดจะให้องค์ประกอบของสารหอมระเหยที่ต่างกัน (Fedele และคณะ, 2005) โดยกระถิน (ฟาร์มที่ 1) มี alcohol เป็นองค์ประกอบอยู่สูง จึงส่งผลให้ในน้ำนมมี isopropyl myristate สูง นอกจากนี้เปลือกถั่วเหลือง ต้นข้าวโพด (ฟาร์มที่ 2) และ หญ้าแห้ง (ฟาร์มมาตรฐาน) มี aldehydes เป็นองค์ประกอบ (Fedele และคณะ, 2005) จึงส่งผลให้ทั้ง 2 ฟาร์ม มี 1-nonanol และ hexanal เป็นองค์ประกอบในน้ำนม ทั้งนี้องค์ประกอบของสารหอมระเหยที่แตกต่างกันในน้ำนมแต่ละแหล่งขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายอย่าง เช่น ชนิดอาหารที่ใช้เลี้ยง (พืชอาหารสัตว์ และอาหารข้น) การจัดการเลี้ยงดู และฤดูกาล เป็นต้น (Fedele และคณะ, 2005)

จากการทดสอบด้านประสาทสัมผัสของน้ำนมแพะ (Figure 2) โดยผู้เชี่ยวชาญทางกลิ่น (flavorist) 6 คน ให้คะแนนความพอใจในกลิ่นและกลิ่นรสของน้ำนมแพะจากฟาร์มที่ 1 ระดับปานกลาง ทั้งกลิ่นสาป (musty) กลิ่นหืน (rancid) กลิ่นไม้ (woody) และกลิ่นมัน (fat) ซึ่งกลิ่นสาปที่เกิดขึ้นอาจมาจากขั้นตอนการรีดน้ำนม เนื่องจากไม่มีโรงรีดน้ำนมที่แยกจากโรงเลี้ยง จึงทำให้กลิ่นสาปจากตัวแพะปนเปื้อนเข้าไปในน้ำนมได้ (Lebbie, 2003) ส่วนฟาร์มที่ 2 พบว่ามีความพอใจในกลิ่นระดับปานกลาง แต่พอใจในกลิ่นรสน้อย ซึ่งกลิ่นที่พบมากเป็นกลิ่นหืน (rancid) กลิ่นไม้ (woody) และกลิ่นมัน (fat) ทั้งนี้กลิ่นหืนมาจากชนิดและรูปแบบของบรรจุภัณฑ์ ขั้นตอนการบรรจุและการเก็บรักษาผลิตภัณฑ์ (Kim และคณะ, 2002, Andreas และคณะ, 2006) อย่างไรก็ตามพบว่าฟาร์มที่ 1 มีกลิ่นไม้ และฟาร์มที่ 2 มีกลิ่นไม้และกลิ่นหญ้ารุนแรง เนื่องมาจากการใช้พืชอาหารสัตว์ที่มีกลิ่นไม้และกลิ่นหญ้าแรงในการเลี้ยงแพะ ได้แก่ กระถิน หญ้าขน เปลือกถั่วเหลือง และต้นข้าวโพด โดยพืชอาหารสัตว์เหล่านี้ส่งผลต่อการเกิดกลิ่นไม้และกลิ่นหญ้าในน้ำนมแพะ (Fedele และคณะ, 2005) และฟาร์มมาตรฐานมีคะแนนรสเค็มสูงสุด และมีความพอใจในกลิ่นของน้ำนมปานกลาง ส่วนความพอใจในกลิ่นรสอยู่ในระดับต่ำ สำหรับความพอใจโดยรวมทางด้านกลิ่น (aroma) ของน้ำนมแพะ ไม่พบความแตกต่างของทั้ง 3 ฟาร์ม โดยคะแนนความพอใจอยู่ในระดับพอใจน้อยถึงพอใจปานกลาง

สรุปผล

น้ำนมแพะที่เลี้ยงโดยกระถินและอาหารข้น มี isopropyl myristate และ diethyl phthalate เป็นองค์ประกอบหลัก สำหรับฟาร์มที่ 2 ใช้หญ้าขนสด เปลือกถั่วเหลือง และต้นข้าวโพด มี 1-nonanol และ acetaldehyde เป็นองค์ประกอบในน้ำนม

และฟาร์มมาตรฐานที่เลี้ยงโดยหญ้าแห้ง และ อาหารผสมเสร็จ (TMR) มีองค์ประกอบหลัก ได้แก่ hexanal และ 1-nonanol สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส พบว่าคะแนนความพอใจทางด้านกลิ่นรส (Flavor-by-mouth) ของน้ำนมแพะจากทั้งสามฟาร์มแตกต่างกันซึ่งน้ำนมแพะจากฟาร์มที่ 1 อยู่ในระดับพอใจปานกลาง ฟาร์มที่ 2 อยู่ในระดับพอใจน้อย และฟาร์มมาตรฐานอยู่ในระดับไม่พอใจ น้ำนมแพะจากฟาร์มที่ 1 และ 2 มีกลิ่นหืนสูงกว่าฟาร์มมาตรฐาน แต่ความพอใจโดยรวมทางด้านกลิ่น (aroma) ของน้ำนมแพะจากฟาร์มทั้ง 3 ไม่แตกต่างกัน

Table 1 Composition of volatile compounds of goat milk from selected farms.

Volatile compounds	% relative peak area		
	Farm 1	Farm 2	Standard farm
nitrous oxide	0.48	-	8.59
1-nonanol	-	45.19	29.99
3,3-iminobispropylamine	-	-	4.85
2-propenal	-	-	1.91
ethylene oxide	0.21	6.80	3.41
acetaldehyde	0.57	9.42	3.78
ethyne	-	-	2.58
phosphoramidocyanidic acid	-	-	4.32
hexanal	-	-	40.57
benzothiazole	-	3.08	-
1,2-ethanediol	-	1.81	-
1-heptadecanamine	-	2.19	-
1-dodecanamine	-	3.36	-
18-nonadecen-1-amine	-	1.85	-
4-methyl-2-trimethyl silyloxy benzoic acid	-	2.53	-
diethyl phthalate	39.31	5.91	-
1-octadecanamine	-	1.81	-
isopropyl myristate	50.18	5.78	-
1-undecanamine	-	2.85	-
2-methyl propanoic acid	-	5.41	-
4,9-decadienoic acid	-	1.96	-
1,2-dimethoxy-4-(2-propenyl) benzene	1.93	-	-
2,4-diisocyanato-1-methyl benzene	0.64	-	-
nonadecane	1.32	-	-
1-hexadecene	5.36	-	-

เอกสารอ้างอิง

Andreas, E. K., Badeka, A. V., Riganakos, K. A., Savvaidis, I. N. and Kontominas, M. G., 2006, Changes in flavour volatiles of whole pasterized milk as affected by packaging material and storage time, International Dairy Journal, 16: 750-761.

Caul, J. F., 1957, The profile method of flavor analysis, Advance Food Research, 7(1): 171-179.

Fedele, V., Rubino, R., Claps, S. S. and Morone, G., 2005, Seasonal evolution of volatile compound content and aromatic profile in milk and cheese from grazing goat, Small Ruminant Research, 59(2): 273-279.

Jaubert, G., Bodin, J. P. and Jaubert, A., 2002, Flavour of goat farm bulk milk, CIHEAM-Options Mediterraneennes, 57(3): 145 -150.

Kim, G. Y., Lee, J. H. and Min, D. B., 2002, Study of light-induced volatile compounds in goat's milk cheese, Journal of Agriculture Food Chemistry, 51: 1405 -1409.

Lebbie, S. H. B., 2003, Goats under household conditions, Small Ruminant Research, 2(51): 131-136.

Soryal, K., Beyene, F. A., Zeng, S., Bah, B. and Tesfai, K., 2004, Effect of goat breed and milk composition on yield, sensory quality, fatty acid concentration of soft cheese during lactation, Small Ruminant Research, 2(52): 275-281.

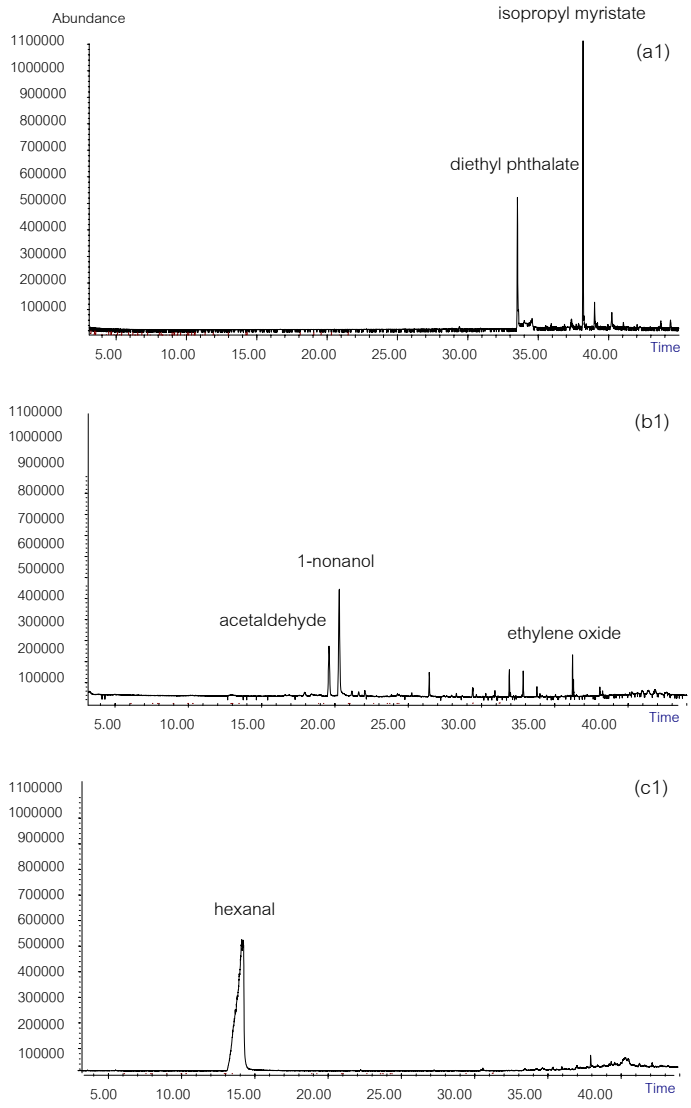


Figure 1 Chromatogram of goat milk
(a1) Farm 1 (b1) Farm 2 และ (c1) Standard farm.

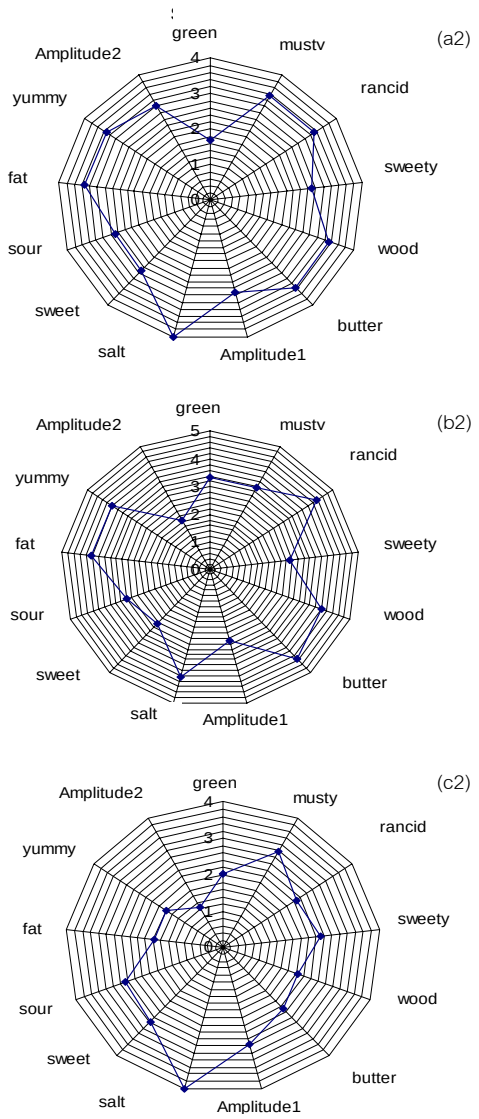


Figure 2 Spider web of aroma and flavor-by-mouth of goat milk (a2) Farm 1 (b2) Farm 2 และ (c2) Standard farm.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 151-155 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 151-155 (2550)

การสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลี

Physiological Maturity Stage of Waxy Corn Seed cv. Sumlee

ศานิต สวัสดิกาญจน์[1]

Sawatdikarn, S.[1]

Abstract

The objective of this study was to determine the physiological maturity stage of waxy corn seed cv. Sumlee. The experiment was carried out at the Department of Agricultural Science, Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, from September to December, 2006. Samples of the waxy corn were harvested at 15 25 35 45 55 and 65 days after silking. Ear quality consisted of three characteristics : ear weight, ear length and ear width were measured. Seed quality divided into eight charecteristics : seed germination, seed dry weight, seed moisture content, seed width, seed length, seed thickness, speed of germination index and seedling dry weight were tested at 10 days intervals. The results showed that waxy corn seed cv. Sumlee reached the physiological maturity stage at 45 days after silking with the highest of ear quality in term of ear weight, ear length and ear width, with 22.6 grams maximum dry weight of 100 seeds and maximum of seed germination at 95%. The maximum of seed vigor interm of speed of germination index and seedling dry weight reached at 45 days after silking.

Keywords : waxy corn seed, seed quality, physiological maturity stage

บทคัดย่อ

การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลี ดำเนินการทดลองที่โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ในเดือนกันยายนถึงธันวาคม 2549 โดยปลูกข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลี เก็บเกี่ยวฝักและเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุหลังออกไหมต่างกัน แบ่งเป็น 6 ระยะ คือ 15 25 35 45 55 และ 65 วัน หลังออกไหม นำฝักในแต่ละระยะ มาทดสอบคุณภาพ 3 ลักษณะ คือ น้ำหนักฝัก ความยาวฝัก และความกว้างฝัก และทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในแต่ละระยะ ดังนี้ ความงอก น้ำหนักแห้งเมล็ด ความชื้นของเมล็ด ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด ความหนาเมล็ด ดัชนีความเร็วในการงอก และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า ผลการทดลองพบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลีมีระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 45 วันหลังออกไหม มีคุณภาพฝักสูงสุด คือ น้ำหนักฝัก ความยาวฝัก และความกว้างฝัก และให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์สูงสุด โดยมีน้ำหนักเมล็ด 22.6 กรัม และความงอก 95% และมีดัชนีความเร็วในการงอกและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา 45 วันหลังออกไหม

คำสำคัญ : เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา

คำนำ

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูกเป็นปัจจัยสำคัญประการหนึ่งที่ทำให้ข้าวโพดเทียนมีการเจริญเติบโต และผลผลิตแตกต่างกัน(ศานิต, 2549ก) โดยเมล็ดพันธุ์ที่ใช้ปลูกต้องมีคุณภาพในด้านความงอกและความแข็งแรงสูง (ศานิต, 2549ข, Chin, 1988) ตามปกติแล้วเมล็ดพันธุ์ทุกชนิดรวมทั้งข้าวโพดเทียน จะมีคุณภาพสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Delouche, 1980, McDonald, 1999) ข้าวโพดเริ่มนับระยะสุกแก่ตั้งแต่ระยะถ่ายละอองเกสรหรือเริ่มเห็นเส้นไหมไปจนถึงระยะที่เมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุดในข้าวโพดไร่ ชุติมา และคณะ (2540) พบว่าข้าวโพดไร่พันธุ์นครสวรรค์ 1 มีระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 40-45 หลังออกไหม สำหรับการทดลองในต่างประเทศ พบว่าข้าวโพดไร่มีระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา 40 วันหลังออกไหม (Knittle และ Burris, 1976) ซึ่งเป็นการสุกแก่ที่ใกล้เคียงกับการทดลองในประเทศไทย สำหรับระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของข้าวโพดหวาน พรทิพย์ (2526) พบว่ามีระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 45 วันหลังออกไหม ประชา (2527) พบว่า ข้าวโพดหวานมีระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 49 วันหลังออกไหม และวิภาวรรณ (2529) รายงานว่า ข้าวโพดหวานมีระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา 40 วันหลัง

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000

[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya district, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

ออกไหมในฤดูแล้ง และ 45 วันหลังออกไหมในฤดูฝน ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาเป็นระยะที่พืชมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดและมีความงอกและความแข็งแรงสูงสุดด้วย (McDonald, 1999) ปัจจุบันในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลี เกษตรกรยังไม่มีข้อมูลเกี่ยวกับอายุสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ ทำให้ไม่สามารถกำหนดวันเก็บเกี่ยวที่แน่นอนได้ การทดลองนี้เป็นการศึกษาเพื่อหาระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลี ซึ่งจะเป็นประโยชน์ในการกำหนดวันเก็บเกี่ยวและกำหนดอายุที่เหมาะสมในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์นี้ เพื่อให้ได้เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่มีความงอกและความแข็งแรงสูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

ดำเนินการทดลองที่แปลงทดลองของโปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา การปลูกข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลี เริ่มปลูกในเดือนกันยายน 2549 ดำเนินการเตรียมดินโดยการไถจำนวน 2 ครั้ง ใส่ปุ๋ยคอก อัตรา 25 กก./ไร่ แล้วคลุกเคล้าให้เข้ากัน ใส่ปุ๋ยรองพื้น 16-20-0 อัตรา 25 กก./ไร่ หลังจากปลูกแล้ว 7 วัน ถอนแยกเหลือหลุมละ 1 ต้น การใส่ปุ๋ยดำเนินการอีก 2 ครั้ง คือ ครั้งแรก เมื่อข้าวโพดเทียนอายุ 21 วัน และครั้งที่สอง เมื่ออายุ 45 วัน โดยใส่ปุ๋ย 46-0-0 ครั้งละ 25 กก./ไร่ ส่วนการให้น้ำเป็นการให้น้ำแบบพ่นฝอย ทุก 2-3 วัน ตลอดการทดลอง และมีการป้องกันกำจัดศัตรูข้าวโพดเทียนเมื่อมีการระบาด คือ หนอนเจาะลำต้นข้าวโพดและโรคราสนิม การป้องกันกำจัดหนอนเจาะลำต้น โดยการพ่นสารไซเพอร์เมทริน อัตรา 10 มล./น้ำ 20 ลิตร และโรคราสนิม โดยการพ่นสารไดฟีโคนาโซล อัตรา 20 มล./น้ำ 20 ลิตร เก็บเกี่ยวฝักข้าวโพดเทียนที่ปลูก วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design มี 4 ซ้ำ โดยแบ่งการเก็บเกี่ยวเป็น 6 ครั้ง หลังการออกไหม คือ 15 25 35 45 55 และ 65 วัน แล้วนำฝักไปทดสอบคุณภาพ 3 ลักษณะ คือ น้ำหนักฝัก ความยาวฝัก และความกว้างฝัก และทดสอบคุณภาพเมล็ดพันธุ์ 8 ลักษณะ คือ ความงอก น้ำหนักแห้งเมล็ด ความชื้นของเมล็ด ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด ความหนาเมล็ด ดัชนีความเร็วในการงอก และน้ำหนักแห้งของต้นกล้า การทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ตามวิธีการของ AOSA (1981) AOSA (1983) และ ISTA (1996) ตามลำดับ

ผลและวิจารณ์ผล

เมื่อนำฝักและเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลี ที่มีอายุหลังการออกไหมต่างกัน จำนวน 6 ระยะ คือ 15 25 35 45 55 และ 65 วัน มาทดสอบให้คุณภาพดังนี้

น้ำหนักฝัก ความยาวฝัก และความกว้างฝัก จากการวัดน้ำหนักฝักของข้าวโพดเทียน พบว่าน้ำหนักฝักหลังออกไหมที่อายุ 15 วัน มีน้ำหนักฝัก 64 กรัม และเมื่ออายุหลังออกไหมเพิ่มขึ้น น้ำหนักฝักเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็ว (Figure 1) ที่อายุ 25 - 35 วันหลังออกไหม จนถึงที่อายุ 45 วันหลังออกไหมซึ่งเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ที่ให้น้ำหนักฝักสูงสุด เท่ากับ 130 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับราเชนทร์ (2539) ที่กล่าวว่าข้าวโพดมีน้ำหนักฝักสูงสุดที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา สำหรับคุณภาพในด้านขนาดฝัก ซึ่งวัด 2 ลักษณะ คือ ความยาวฝักและความกว้างฝัก พบว่า ที่อายุ 15 วันหลังออกไหม ข้าวโพดเทียนมีความยาวฝัก 12 ซม. และความกว้างฝัก 31 มม. (Figure 1) จากนั้นฝักมีการพัฒนาเพิ่มขึ้นทั้งความยาวและความกว้างฝัก จนกระทั่งอายุของฝัก 45 วันหลังออกไหม ซึ่งเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ฝักมีความยาว 16 ซม. และมีความกว้าง 40 มม. หลังจากจุดสุกแก่ทางสรีรวิทยา ความยาวและความกว้างของฝักข้าวโพดเทียนเริ่มคงที่และลดลงเล็กน้อย ในช่วงแรกของการพัฒนาที่อายุ 15 วันหลังออกไหม ขนาดของฝักเพิ่มขึ้น เนื่องจากฝักข้าวโพดเทียนมีการเจริญเติบโตและพัฒนาทั้งกระบวนการแบ่งเซลล์และการขยายขนาดของเซลล์ จนกระทั่งข้าวโพดเทียนมีการพัฒนาสูงสุดโดยฝักมีน้ำหนักและขนาดสูงสุด ที่อายุ 45 วันหลังออกไหม ซึ่งเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Copeland และ McDonald, 1995, McDonald, 1999) หลังจากนั้นน้ำหนักและขนาดฝักของข้าวโพดเทียนลดลงเล็กน้อย การที่น้ำหนักฝักและขนาดฝักลดลงเนื่องจากความชื้นในฝักลดลงอย่างรวดเร็ว เมื่ออายุหลังออกไหมเพิ่มขึ้น (McDonald, 1980)

ความงอก ความชื้นของเมล็ด และน้ำหนักแห้งของเมล็ด สำหรับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในด้านความงอก พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่อายุ 15 วันหลังออกไหม เมล็ดงอกได้ 30% ซึ่งเป็นความงอกที่ต่ำมากไม่สามารถใช้เป็นเมล็ดพันธุ์ได้ สอดคล้องกับการทดลองของพรทิพย์ (2526) ที่พบว่าข้าวโพดที่มีอายุหลังออกไหมอยู่ในช่วง 15 - 27 วันไม่สามารถทำเป็นเมล็ดพันธุ์ได้ หลังจากนั้นความงอกเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วจนกระทั่งถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 45 วันหลังออกไหม โดยเมล็ดมีความงอก 95% (Figure 2) และหลังจากนั้นเมล็ดพันธุ์มีความงอกลดลง โดยที่อายุ 55 - 65 วันหลังออกไหม เมล็ดมีความงอกอยู่ในช่วง 82-89% ส่วนคุณภาพในด้านความชื้นของเมล็ด พบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่มีอายุหลังออกไหมต่างกัน มีความชื้นของเมล็ดต่างกันด้วย โดยเมล็ดที่มีอายุ 15 วันหลังออกไหม มีความชื้นสูงสุด เท่ากับ 64% และความชื้นของ

เมล็ดลดลงเมื่อเมล็ดมีอายุเพิ่มขึ้น (Figure 2) สอดคล้องกับการทดลองของวิภาวรรณ (2529) ที่รายงานว่าที่จุดสุกแก่ทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเมล็ดมีความชื้นสูงประมาณ 30 - 60% โดยที่อายุ 45 วันหลังออกไหม เมล็ดมีความชื้น 23% และความชื้นลดลงเป็น 17 และ 14 % เมื่อเมล็ดมีอายุ 55 และ 65 วันหลังออกไหม ส่วนคุณภาพของเมล็ดในด้านน้ำหนักแห้งของเมล็ด พบว่าเมล็ดที่มีอายุ 15 วันหลังออกไหมมีน้ำหนักแห้งน้อยประมาณ 7.6 กรัม และน้ำหนักแห้งจะเพิ่มขึ้น เป็น 16.5 กรัม เมื่อเมล็ดมีอายุ 25 วันหลังออกไหม และเพิ่มขึ้นจนเมล็ดมีน้ำหนักแห้งสูงสุดที่อายุ 45 วันหลังออกไหม โดยมีน้ำหนักแห้ง 22.6 กรัม ซึ่งสอดคล้องกับ Mullet (1981) ที่กล่าวว่า เมล็ดเมื่อได้รับการผสมแล้วมีการพัฒนาอย่างรวดเร็วจนกระทั่งถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา หลังจากนั้นการสะสมน้ำหนักแห้งของเมล็ดจะลดลงเล็กน้อยที่อายุ 55 วันหลังออกไหม สำหรับการทดลองนี้ข้าวโพดเทียนมีการสะสมน้ำหนักแห้งสูงสุดที่อายุ 45 วันหลังออกไหม จึงจัดเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา (Delouche, 1980) หลังจากนั้นเมื่ออายุการออกไหมเพิ่มขึ้นเป็น 55 และ 65 วัน การสะสมน้ำหนักแห้งจะไม่เพิ่มขึ้นแต่จะมีแนวโน้มลดลง (Copeland และ McDonald, 1995, McDonald, 1999)

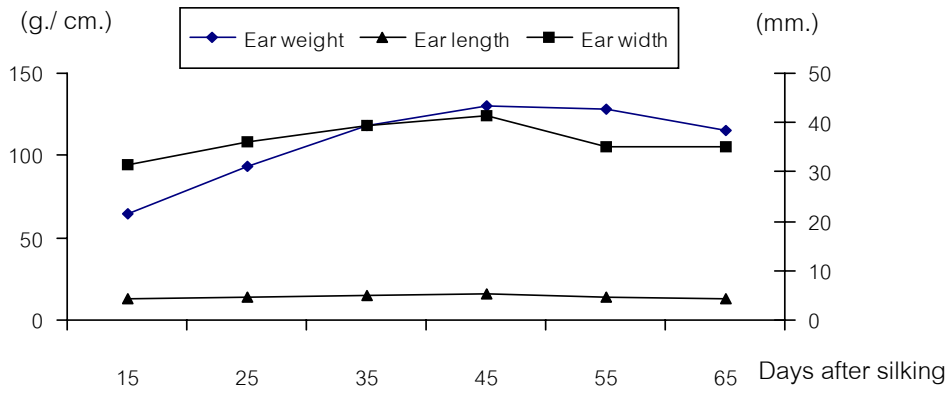


Figure 1 Ear weight (g.), ear length (cm.) and ear width (mm.) of waxy corn cv. Sumlee at different days after silking.

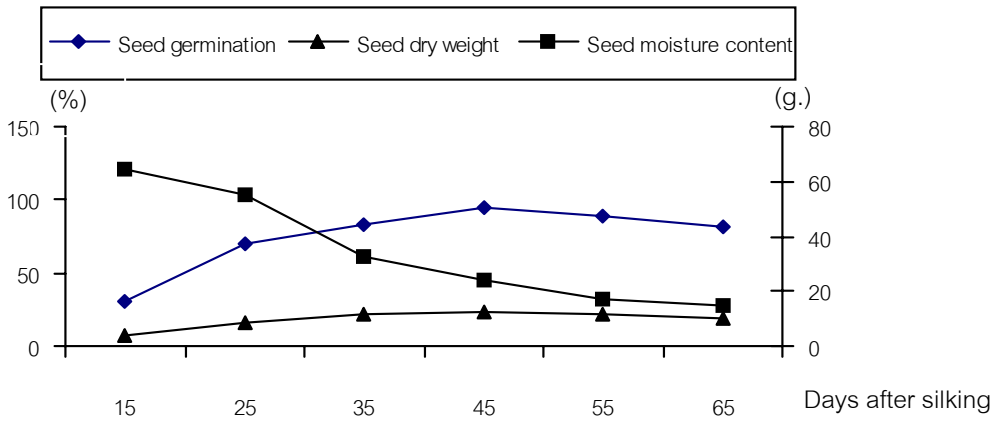


Figure 2 Seed germination (%), seed moisture content (%) and seed dry weight (g.) of waxy corn seed cv. Sumlee at different days after silking.

ความกว้างเมล็ด ความยาวเมล็ด และความหนาเมล็ด จากการศึกษาขนาดเมล็ดทั้ง 3 ด้าน คือ ความกว้าง ความยาว และความหนา พบว่าเมื่อเมล็ดมีอายุ 15 วันหลังออกไหม มีความกว้าง ความยาว และความหนาของเมล็ดเท่ากับ 9.7 8.4 และ 4.7 มม. ตามลำดับ (Figure 3) หลังจากนั้นขนาดของเมล็ดทั้งสามด้านเพิ่มขึ้น เป็นลำดับ เนื่องจากเมล็ดมีการแบ่งเซลล์และขยายขนาดของเซลล์ในส่วนของเอมบริโอ และเอนโดสเปิร์มร่วมกับการสะสมอาหารและการดูดน้ำจากส่วนต่าง ๆ (Bradford, 1994, Westgate, 1994) และมีค่าสูงสุด ที่อายุ 45 วันหลังออกไหม ซึ่งเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาของข้าวโพดเทียน โดยมีความกว้าง ความยาว และความหนา เท่ากับ 10.9 9.5 และ 5.6 มม. สอดคล้องกับการทดลองของ

วิภาวรรณ (2526) และพรทิพย์ (2529) ที่พบว่า ที่จุดสุกแก่ทางสรีรวิทยาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดมีขนาดเมล็ดในทั้ง 3 ด้าน สูงสุด และหลังจากนั้นเมื่ออายุหลังออกไหมเพิ่มขึ้นเป็น 55 และ 65 วัน มีขนาดของเมล็ดทั้งสามด้านลดลงเล็กน้อย

ดัชนีความเร็วในการงอกและน้ำหนักแห้งของต้นกล้า สำหรับคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ในด้านดัชนีความเร็วในการความงอก พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนที่อายุ 15 วันหลังออกไหม มีดัชนีความเร็วในการงอก 11.3 และดัชนีความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้น เมื่ออายุหลังออกไหมเพิ่มขึ้น จนกระทั่งถึงระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 45 วันหลังออกไหม โดยเมล็ดมีดัชนีความเร็วในการงอกสูงสุด เท่ากับ 19 (Figure 4) หลังจากนั้นเมล็ดพันธุ์มีดัชนีความเร็วในการงอกลดลงเล็กน้อยเป็น 17.8 เมื่อมีอายุหลังออกไหม 55 วัน และ มีดัชนีความเร็วในการงอกเป็น 16.4 เมื่อมีอายุหลังออกไหม 65 วัน ส่วนน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่เพาะ พบว่า ต้นกล้าที่อายุ 15 วันหลังออกไหม มีน้ำหนักแห้ง เท่ากับ 18.1 มก. และมีน้ำหนักแห้งของต้นกล้าเพิ่มขึ้นจนถึงอายุ 45 วันหลังออกไหม ซึ่งเป็นระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา ที่มีน้ำหนักแห้งของต้นกล้า 24.4 มก. และมีน้ำหนักแห้งลดลงเล็กน้อยเมื่อมีอายุเพิ่มเป็น 55 และ 65 วัน หลังออกไหม จะเห็นได้ว่าดัชนีความเร็วในการงอกและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าที่ได้จากเมล็ดพันธุ์ที่มีอายุ 15 วันหลังออกไหมมีค่าต่ำสุด เนื่องจากเอมบริโอยังพัฒนาไม่สมบูรณ์เมื่อนำมาเพาะทำให้ได้ต้นกล้าที่มีอัตราการงอกช้าและมีน้ำหนักแห้งน้อย (McDonald, 1999)

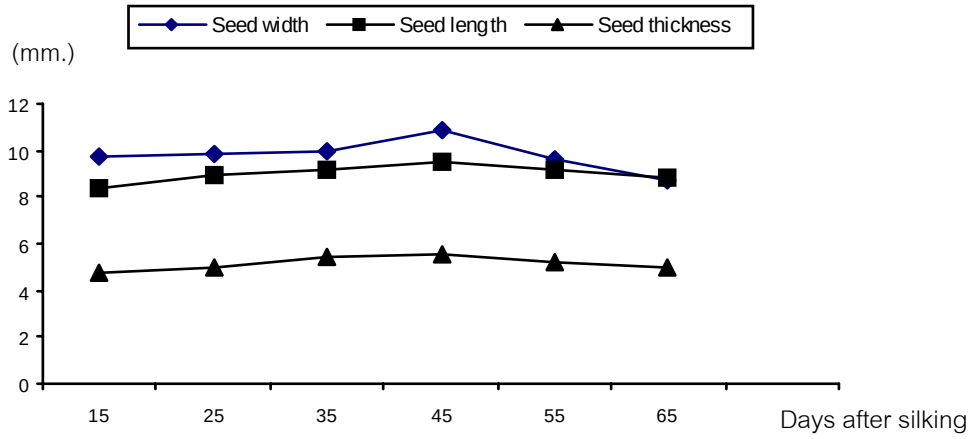


Figure 3 Seed width, seed length and seed thickness of waxy corn cv. Sumlee at different days after silking.

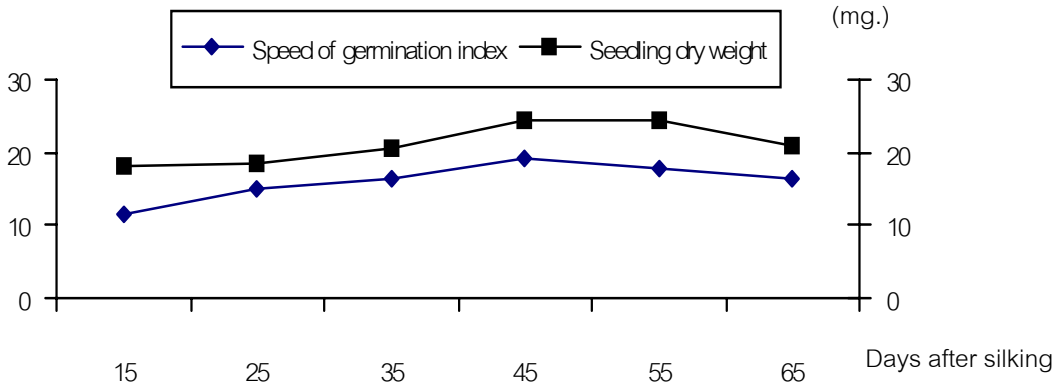


Figure 4 Speed of germination index and seedling dry weight (mg.) of waxy corn seed cv. Sumlee at different days after silking.

สรุปผล

จากการศึกษาการสุกแก่ทางสรีรวิทยาของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน พบว่า เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลีมีระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 45 วันหลังออกไหม มีคุณภาพฝักสูงสุด คือ น้ำหนักฝัก ความยาวฝัก และความกว้างฝักข้าวโพดเทียนพันธุ์สำลีให้คุณภาพของเมล็ดพันธุ์สูงสุด โดยมีน้ำหนักเมล็ด 22.6 กรัม และความงอก 95% และพบว่าเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน

มีความแข็งแรงในด้านดัชนีความเร็วในการงอกและน้ำหนักแห้งของต้นกล้าสูงสุด ที่ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยาที่อายุ 45 วันหลังออกไหม

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ นางสาวสุทิน หิรัญอ่อน นางสาววริสรา ปลื้มฤดี นายบรรจง จันทร์โรจนี และนางสาวสุพัตรา เมาะซัง ผู้เก็บข้อมูลและทดสอบคุณภาพของเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน และมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่สนับสนุนการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชุติมา คชวัฒน์, อาคม สุ่มมาตย์, บรรจง ขันธวิชัย, เสริมศักดิ์ สุวรรณาราช, เชาวลิต เสือแก้ว, ยศพร จันทชุม และอำนวย ทองดี, 2540, การศึกษาระยะเวลาการเก็บเกี่ยวที่เหมาะสมในการผลิตเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดนครสวรรค์1, รายงานผลการวิจัยปี 2540, สถาบันวิจัยพืชไร่, กรมวิชาการเกษตร กระทรวงเกษตรและสหกรณ์, 120 หน้า.

ประชา จำปาสัก, 2527, ผลของระยะปลูกต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน.วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 73 หน้า.

พรทิพย์ คุปตานนท์, 2526, อิทธิพลของอายุเก็บเกี่ยวต่างกันต่อความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์และผลผลิตของข้าวโพดหวาน, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 122 หน้า.

ราเชนทร์ ถิรพร. 2539, ข้าวโพด การผลิต การใช้ประโยชน์ และการวิเคราะห์ปัญหาและการถ่ายทอดเทคโนโลยีสู่เกษตรกร, ภาควิชาพืชไร่นา คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 274 หน้า.

วิภาวรรณ อัครพิพัฒน์, 2529, อิทธิพลของจำนวนต้นต่อพื้นที่ที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดหวาน, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 109 หน้า.

ศานิต สวัสดิกาญจน์. 2549ก, การผลิตข้าวโพดเทียนในตำบลบ้านเกาะ อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา, รายงานการวิจัย สำนักงานคณะกรรมการการอุดมศึกษา, กระทรวงศึกษาธิการ, กรุงเทพฯ, 173 หน้า.

ศานิต สวัสดิกาญจน์, 2549ข, คุณภาพและความสามารถในการเก็บรักษาเมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน, ว. วิชาการเกษตร, 24(3): 288-300.

AOSA., 1981, Rule for testing seed, Journal Seed Technology, 6 (1): 1-126.

AOSA., 1983, Seed Vigor Testing Handbook Contribution No.32 to the Handbook on Seed testing, Association of Official Seed Analysts, 93 .

Bradford, K. T., 1994, Water stress and the water relation of seed development : A critical review, Crop Science, 34(1): 1-11.

Chin, H. F., 1988, Storage and vigor, Seed Science and Technology 16(1): 1-4.

Copeland, L. O. and McDonald, M. B., 1995, Principles of Seed Science and Technology, Burgress Publishing Company, Minnepolis, 409.

Delouche, J. C., 1980, Enviroment effects on seed development and seed quality, HortScience, 15(4): 755-780.

ISTA, 1996, International Rules for Seed Testing. Seed Science and Technology 24, Supplement, 335.

Kittle, K. H. and Burris, J. S., 1976, Effect of kernel maturation on subsequent seedling vigor in maize, Crop Science, 16(3): 851-855.

McDonald, M. B., 1980, Assessment of seed quality, HortScience, 15: 784-790.

McDonald, M. B., 1999, Seed deterioration: physiology, repair and assessment, Seed Science and Technology, 27(2): 177-237.

Mullet, J. H., 1981, Seed development and seed production, Australian Horticulture, 78(8): 52-61.

Westgate, M. E., 1994, Water status and development of the maize endosperm and embryo during drought, Crop Science, 34(1): 76-83.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 156-159 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 156-159 (2550)

การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของผลฝรั่งพันธุ์เย็นสอง

Grading Evaluation in 'Yen Song' Guava (*Psidium guajava* L.) Fruit

กวิศร์ วานิชกุล[1] และ เสาวคนธ์ มูลศาสตร์[1]
Wanichkul, K.[1] and Mullasart, S.[1]

Abstract

Grading of guava cv. Yen Song by Growers was evaluated to find the differences among grades. The fruits were divided into 3 classes from the highest to lowest grade namely 'Yod', 'Piset' and 'Klang' with average fruit weight 433.5, 351 and 253 g respectively. The frequency curve of fruit weight from 3 classes of grading showed the overlap among grades. Cause of defects were bruising, diseases and insects. There were significant difference in fruit width, length and weight, pulp thickness and edible portion weight from higher grade to lower grade. Internal fruit quality such as soluble solids and tritratable acidity was not significance difference among grades.

Keywords : grading, evalution, guava, Yen Song, *Psidium guajava*

บทคัดย่อ

การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพ(เกรด)ของฝรั่งพันธุ์เย็นสองของเกษตรกรจังหวัดนครปฐม เพื่อตรวจสอบความแตกต่างและความเหลื่อมล้ำทางปริมาณและคุณภาพในเกรดต่างๆ พบว่ามีการจัดแบ่งเป็น 3 เกรด คือ ยอด พิเศษ และกลาง โดยมีน้ำหนักเฉลี่ย 433.5, 351 และ 253 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลน้ำหนักผลมาสร้างเป็นกราฟเส้นโค้งความถี่ พบว่ามีการเหลื่อมล้ำระหว่างเกรดมาก ชนิดของตำหนิที่พบ ได้แก่ ผลช้ำ การทำลายของโรคและแมลง เมื่อเปรียบคุณภาพผลพบว่าค่าความกว้าง ความยาวผล น้ำหนักผล ความหนาเนื้อ และน้ำหนักเนื้อส่วนที่รับประทานได้ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าจากมากไปน้อยจากเกรดยอดสู่เกรดกลาง ในขณะที่ค่า soluble solids และ เปอร์เซ็นต์กรด จากน้ำคั้นระหว่างเกรดต่างๆ ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

คำสำคัญ : ชั้นคุณภาพ เกรด การประเมินผล ฝรั่ง เย็นสอง *Psidium guajava*

คำนำ

ฝรั่งเป็นไม้ผลที่ปลูกมากในจังหวัดนครปฐม พันธุ์การค้าที่นิยมปลูกได้แก่ แป้นสีทอง กลมสาลี่ และเย็นสอง (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2549) การส่งผลิตผลฝรั่งไปขายยังตลาดกลาง เกษตรกรเป็นผู้จัดแบ่งชั้นคุณภาพผลตามที่กำหนดโดยพ่อค้าในตลาดขายส่ง ซึ่งแม้จะมีการกำหนดชั้นคุณภาพจนเป็นที่ยอมรับระหว่างเกษตรกับพ่อค้า แต่ยังไม่มีข้อมูลทางวิชาการว่าการจัดชั้นคุณภาพนั้นถูกต้องและได้มาตรฐานเพียงใด จึงได้ประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพทั้งลักษณะทางปริมาณและคุณภาพ เพื่อจะได้นำผลไปใช้ในการปรับปรุงการจัดชั้นคุณภาพของฝรั่งให้มีมาตรฐานที่ดีต่อไปในอนาคต

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ผลฝรั่งพันธุ์เย็นสองที่เกษตรกรเป็นผู้จัดชั้นคุณภาพ จากตลาดกลางค้าส่งปฐมมงคล จังหวัดนครปฐม วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design ให้แต่ละชั้นคุณภาพเป็นสิ่งทดลอง ใช้ผลฝรั่งชั้นคุณภาพละ 40 กก. นำมาชั่งน้ำหนักผลและนำข้อมูลน้ำหนักผลมาสร้างเป็นกราฟเส้นโค้งความถี่ และตรวจสอบชนิดของตำหนิที่พบ จากนั้นสุ่มฝรั่งมาชั้นคุณภาพละ 20 ผล นำมาตรวจสอบและเก็บข้อมูลทางปริมาณและคุณภาพของลักษณะภายนอกผล ได้แก่ ความกว้างและความยาวผล น้ำหนักผล และลักษณะภายใน ได้แก่ ความหนาเนื้อ น้ำหนักผลส่วนที่ใช้รับประทานได้ และ total soluble solids (TSS) และ เปอร์เซ็นต์กรดในน้ำคั้นจากเนื้อผล (คำนวณในรูปกรดซิตริก) โดยใช้ hand refractometer และ วิธี titration ตามลำดับ

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม
[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

ผล

เมื่อนำข้อมูลน้ำหนักผลของ ระดับชั้นคุณภาพ ‘ ยอด’ ‘พิเศษ’ และ’กลาง’ มาสร้างเป็นกราฟเส้นโค้งความถี่ พบว่ามีความเหลื่อมล้ำระหว่างระดับชั้นคุณภาพ ทุกระดับ ที่พบความเหลื่อมล้ำมากคือ ระหว่างระดับชั้น ’ยอด’กับ’พิเศษ’ จากระดับชั้นที่สูงสู่ระดับชั้นที่ต่ำกว่ามีถึง 67.85% และระดับชั้นต่ำกว่าสู่ระดับชั้นสูงกว่า 39.60 % (Figure 1 และ Table 1)

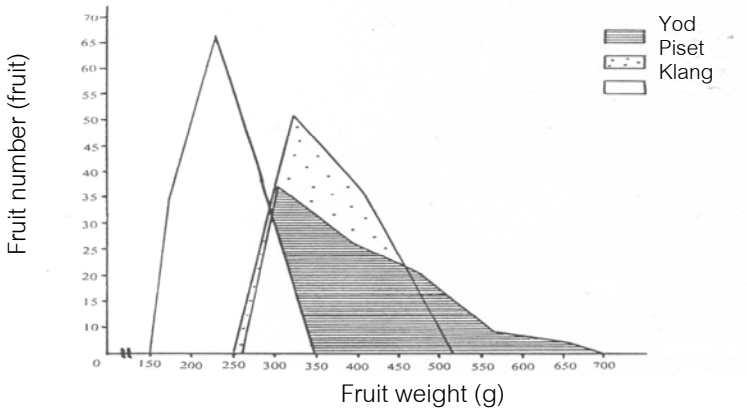


Figure 1 Overlapping in frequency curve of Guava fruits cv. Yen Song in each grade.

Table 1 Overlapping in fruit number among grades of guava fruits cv. Yen Song.

Grade	Fruit number (%)	
	Higher to lower grade	Lower to higher grade
Between ‘Yod’ and ‘Piset’	67.85	39.60
Between ‘Yod’ and ‘Klang’	19.67	17.68
Between ‘Piset’ and ‘Klang’	20.30	20.49

ผลฝรั่งพันธุ์เย็นสองมีเปอร์เซ็นต์ของผลที่มีตำหนิเมื่อแยกตามจำนวนผล มากที่สุดในระดับชั้น ‘ยอด’ (Table 2) โดยตำหนิเกิดจากผลช้ำมากที่สุด รองลงมาได้แก่แมลงทำลาย และต่ำสุดคือตำหนิจากโรค ในด้านคุณภาพผลพบว่า ทุกระดับชั้นมีรูปทรงผลเป็นแบบกลมยาวในผลขนาดใหญ่ และกลมในผลขนาดเล็ก ทุกระดับชั้นมีค่าความกว้างและความยาวผล และน้ำหนักผล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ $p \leq 0.05$ เช่นเดียวกับน้ำหนักเนื้อส่วนที่รับประทานได้และความหนาเนื้อ (Table 3) โดยมีค่าเรียงลำดับจากสูงสู่ต่ำ ในระดับชั้นที่สูงกว่าสู่ระดับชั้นที่ต่ำกว่า ส่วนค่า soluble solids และเปอร์เซ็นต์กรดในน้ำคั้นจากเนื้อผล มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 4)

Table 2 Percentage of defects by fruit number of guava fruits cv. Yen Song.

Grade	Percentage of defects by fruit number (%)		
	Bruising	Diseases	Insects
Yod	48.48	5.05	15.15
Piset	24.07	2.18	17.59
Klang	20.86	20.27	12.88

Table 3 Average fruit width, length, weight and pulp thickness of guava fruits cv. Yen Song.

Grade	Width (cm)	Length (cm)	Weight (g)	Thickness (cm)
Yod	9.04 a[1]	9.42 a	433.5 a	2.3 a
Piset	8.56 b	8.34 b	351.0 b	2.1 b
Klang	7.84 c	7.49 c	253.0 c	1.6 c
F-test	*	*	*	*
C.V.(%)	6.18	10.0	20.5	21.2

[1] Mean within the same column followed by the same letter are not significant difference at 5% level according to DMRT

* Significant at 5% level

Table 4 Percentage of edible portion, soluble solids and tritratable acidity of guava fruits cv. Yen Song.

Grade	Edible portion(%)	Soluble solids(%)	Acidity(%)
Yod	82.7 a[1]	8.55	0.35
Piset	78.6 b	8.21	0.33
Klang	77.3 b	8.72	0.34
F-test	*	ns	ns
CV(%)	7.5	5.9	6.7

[1] Mean within the same column followed by the same letter are not significant difference at 5% level according to DMRT

* Significant at 5% level

ns = Non significant

วิจารณ์ผล

จากกราฟเส้นโค้งความถี่ของค่าจำนวนผลที่มีน้ำหนักต่างกันในแต่ละระดับชั้นคุณภาพ พบว่ามีค่าความเหลื่อมล้ำค่อนข้างมาก แสดงให้เห็นว่าการจัดระดับชั้นคุณภาพของเกษตรกรซึ่งปัจจุบันวัดขนาดด้วยสายตา ยังไม่มีมาตรฐานเพียงพอ ซึ่งเกิดขึ้นกับการจัดระดับชั้นคุณภาพของชมพู่ด้วยเช่นเดียวกัน (ถนอมพรรณ และกวิศร์, 2547; ณัฐยา และกวิศร์, 2547) ดังนั้นจึงควรปรับปรุงวิธีการจัดชั้นคุณภาพของฝรั่งและจัดทำข้อกำหนดต่างๆให้ชัดเจน ดังที่มีการจัดทำไว้ในต่างประเทศ (CODEX, 1999) การที่พบผลมีตำหนิค่อนข้างมาก ก็เป็นอีกสิ่งหนึ่งที่ทำให้มาตรฐานการจัดชั้นคุณภาพผลฝรั่งของเกษตรกรยังไม่ได้รับการยอมรับในทางวิชาการ ซึ่งอาจเป็นผลมาจากหลายปัจจัยเช่น ตำหนิที่เกิดขึ้นในระหว่างการเจริญเติบโตอยู่บนต้น หรือระหว่างเก็บเกี่ยว คัดบรรจุ หรือขนส่ง ซึ่งควรนำข้อมูลเหล่านี้มาใช้ประกอบการพิจารณาเมื่อมีการกำหนดมาตรฐานการจัดชั้นคุณภาพของผลฝรั่งโดยสถาบันที่เป็นที่ยอมรับเช่น สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ อย่างไรก็ตาม พบว่าจนถึงปัจจุบันยังไม่มีการกำหนดมาตรฐานสินค้าสำหรับฝรั่งรับประทานสดในประเทศไทย (สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, 2549) จากการตรวจวัดคุณภาพพบว่า การแบ่งชั้นคุณภาพของฝรั่งพันธุ์เย็นสองที่ปฏิบัติกันอยู่ในปัจจุบัน สามารถแยกระดับชั้นได้ชัดเจน จะเห็นได้จากการที่ค่าความกว้างและความยาวผล และค่าน้ำหนักผล แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งให้ผลเช่นเดียวกับการจัดชั้นคุณภาพของชมพู่ที่มีผู้ศึกษาไว้แล้ว (ถนอมพรรณ และกวิศร์, 2547, ณัฐยา และกวิศร์, 2547) ทั้งนี้พบว่าคุณภาพภายในผลคือ ความหนาเนื้อและเปอร์เซ็นต์น้ำหนักผลส่วนที่รับประทานได้ มีความแตกต่างกันทางสถิติด้วย แสดงให้เห็นว่าการแบ่งระดับชั้นคุณภาพนี้สามารถระบุความแตกต่างของคุณภาพได้อย่างชัดเจน แต่พบว่าคุณภาพภายในบางประการเช่น ค่า soluble solids และ เปอร์เซ็นต์กรดจากน้ำคั้นจากเนื้อผล ไม่แตกต่างกันในแต่ละระดับชั้นคุณภาพ

สรุปผล

การจัดระดับชั้นคุณภาพของผลฝรั่งพันธุ์เย็นสองของเกษตรกร จ.นครปฐม มีการแบ่งเป็น 3 ระดับคือ ยอด พิเศษ และกลาง โดยมีน้ำหนักผลเฉลี่ย 433.5 , 351 และ 253 กรัม ตามลำดับ เมื่อนำข้อมูลน้ำหนักผลมาสร้างเป็นกราฟเส้นโค้งความถี่

พบว่ามีการเหลื่อมล้ำระหว่างเกรดมากทุกระดับชั้นคุณภาพ ชนิดของตำหนิที่พบได้แก่ ผลช้ำ การทำลายของโรคและแมลง เมื่อเปรียบคุณภาพผลพบว่า ค่าความกว้าง ความยาวผล น้ำหนักผล ความหนาเนื้อ และน้ำหนักเนื้อส่วนที่รับประทานได้ มีความแตกต่างกันทางสถิติ โดยมีค่าจากมากไปน้อยจากเกรดยอดสู่เกรดกลาง ในขณะที่ค่า total soluble solids และเปอร์เซ็นต์กรด จากน้ำคั้นระหว่างเกรดต่างๆไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร, ฝรั่ง [สืบค้น], http://www.doae.go.th/library/html/putsetakit/farang.pdf [March 20, 2007].

ถนอมพรรณ เลิศไกร และ กวิศร์ วานิชกุล, 2547, การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของชมพู่พันธุ์ทูลเกล้า, วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ), 35(5-6): 521-524.

ณัฐยา ศรีสวัสดิ์ และ กวิศร์ วานิชกุล. 2547. การประเมินผลการจัดชั้นคุณภาพของชมพู่พันธุ์เพชรสายรุ้ง. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร (พิเศษ), 35(5-6): 537-540

สำนักงานมาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหารแห่งชาติ, มาตรฐานสินค้าเกษตรและอาหาร [สืบค้น], http://www.acfs.go.th/standard/standard/list_std_php. [June 21, 2006]

CODEX, 1999, CODEX Standard for Guava, Codex Stan 215-1999 [Online], Available : http://www.codexalimentarius.net/download/standards/341/cxs_215e.pdf [September 12, 2006]

อิทธิพลของสารเคลือบต่อการยับยั้งการเกิด browning ในลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์

Effects of Coating Materials on Browning of *Litchi chinensis* cv. Pantip

ศศิกานต์ เกิดแสงสุริยงค์[1] กนกกร ศรีอนันต์[1] ทิพสุคนธ์ บุญรอด[1] วรัญญา วรรณคุณ[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]

Kerdsangsuriyong, S.[1], Srianan, K.[1], Bunrod, T.[1], Wannakhun, W.[1], Kerdchoechuen, O. and Laohakunjit, N.[1]

Abstract

Effect of 7 coating materials, acetic acid, lactic acid, malic acid, chitosan, kaolin clay, rice starch with chitosan (RC) and kaolin clay with rice starch-chitosan (KRC), on browning of *Litchi chinensis* cv. Pantip after harvesting was conducted. The fruits were divided into 2 groups; sunburn (SB) and non-sunburn (NS) fruits. Fruits were dipped into coating materials for 5 min and kept at 10°C for 20 days. At 7 days of storage, NS fruits coated with 10% kaolin clay, RC and 5% lactic acid remained reddish color which lower browning symptom than the other coatings. However SB lychee coated with 10% kaolin clay, 10% lactic and KRC had a good color of red and a lower symptom of browning compared to the others coating materials. Although most of the coated fruits were infected with fungi after 20 days of storage, fruits coated with 5 and 10% acetic acid remained good appearance of color. The NS fruits coated with 5 and 10% acetic acid had the sweetness as the control fruit but SB fruit coated with 5 and 10% acetic acid had higher sweetness than the control. The fruits coated with 5% acetic acid showed better quality than fruits coated with 10% acetic acid. Thus, 5% acetic acid was the best for coating 'Pantip' lychee in order to prolong the shelf life and inhibit the browning symptom.

Keywords : coating material, browning, *Litchi chinensis* cv. Pantip

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของสารเคลือบ 7 ชนิด ต่อการยับยั้งการเกิด browning ในลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์ที่แสดงอาการ sunburn (SB) และไม่พบอาการ sunburn (NS) โดยใช้สารเคลือบได้แก่ กรด acetic, lactic, malic, chitosan, kaolin clay, แป้งข้าวเจ้าผสม chitosan และ kaolin clay ผสมกับแป้งข้าวเจ้าและ chitosan เคลือบทั้งผลโดยการจุ่มนาน 5 นาที และนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน พบว่าเมื่อเก็บรักษานาน 7 วัน ลิ้นจี่ NS ที่เคลือบด้วย kaolin clay 10%, แป้งข้าวเจ้าผสม chitosan 10% และ กรด lactic 5% มีสีแดงสด และปรากฏอาการ browning ต่ำกว่าลิ้นจี่ที่เคลือบสารชนิดอื่น ส่วนลิ้นจี่ SB เคลือบด้วย kaolin clay 10%, lactic 10% และ kaolin clay ผสมกับแป้งข้าวเจ้าที่ผสม 20%chitosan มีสีแดงสด และปรากฏอาการ browning ต่ำกว่าลิ้นจี่ที่เคลือบสารชนิดอื่นเช่นกัน อย่างไรก็ตามเมื่อเก็บรักษาลิ้นจี่ไว้นาน 20 วัน พบว่ามีเชื้อราเกิดขึ้น ยกเว้นลิ้นจี่ที่เคลือบด้วยกรด acetic 5 และ 10% ที่ยังมีลักษณะปรากฏที่ดี และยังพบว่าลิ้นจี่ NS เคลือบด้วยกรด acetic 5 และ 10% มีความหวานไม่แตกต่างกับลิ้นจี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว ในขณะที่ลิ้นจี่ SB เคลือบด้วยกรด acetic 5 และ 10% มีความหวานมากกว่าลิ้นจี่ที่ไม่ได้เคลือบผิว และลิ้นจี่ที่เคลือบด้วย acetic 5% มีความหวานมากกว่าลิ้นจี่เคลือบด้วยกรด acetic 10% ดังนั้นจะเห็นได้ว่าการใช้กรด acetic 5% เคลือบลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์สามารถยืดอายุการเก็บรักษา และยับยั้งการเกิด browning ได้ดีที่สุด

คำสำคัญ : สารเคลือบผิว การเกิดสีน้ำตาล ลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์

คำนำ

ลิ้นจี่ (*Litchi chinensis* Sonn.) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่สำคัญซึ่งเป็นที่ต้องการทั้งภายในประเทศและต่างประเทศ เนื่องจากลิ้นจี่เป็นผลไม้ที่มีรสชาติดี หวาน หอม และสีสวย ดังนั้นในแต่ละปีลิ้นจี่จึงสร้างรายได้ให้กับประเทศปีละหลายร้อยล้านบาท และมีแนวโน้มการส่งออกเพิ่มสูงขึ้นทุกปี (กรมส่งเสริมการส่งออก, 2546) แต่ปัญหาภายหลังการเก็บเกี่ยวของลิ้นจี่ทั้งผลสดและผลแช่แข็งมักที่สำคัญ คือ การเปลี่ยนแปลงของสีผลจากสีแดงสดไปเป็นสีน้ำตาล (browning) ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของเปลือกผลนี้เกิดขึ้นรวดเร็วมาก ซึ่งส่งผลกระทบต่อกลไกการตลาดทำให้ราคาลดลง เนื่องจากไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1] School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein Bangkok 10150

การเกิดสีน้ำตาลนี้มีสาเหตุมาจากปฏิกิริยาออกซิเดชันของสารประกอบฟีนอลิค ที่มีเอนไซม์เร่งปฏิกิริยาที่สำคัญคือเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส (polyphenol oxidase ; PPO) และเปอร์ออกไซด์ (peroxidase ; POD) (Underhill และ Critchley, 1994) วิธีเพื่อชะลอหรือยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลมีหลายวิธี แต่การนำมาแช่ในสารเคลือบเป็นวิธีการหนึ่งที่กำลังได้รับความสนใจที่จะสามารถนำมาทดแทนวิธีการรมด้วยก๊าซซัลเฟอร์ไดออกไซด์ (sulfurdioxide: SO_2) เนื่องจากการเคลือบผิวผลลิ้นจี่มักใช้สารอินทรีย์ หรือสารที่ไม่เป็นอันตรายต่อผู้บริโภค และยังสามารถยืดอายุการเก็บรักษา อย่างไรก็ตามสารเคลือบแต่ละชนิดจะมีประสิทธิภาพในการควบคุมการเกิดสีน้ำตาลในลิ้นจี่ได้แตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบที่ใช้ในการแช่ผลลิ้นจี่ ดังนั้นการวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งเน้นการศึกษาชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบที่ส่งผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลในลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์ เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการเก็บรักษาและเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ ปรับปรุงคุณภาพของลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์เพื่อการจำหน่ายและส่งออกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำคัดเลือกผลลิ้นจี่พันธุ์พันธุ์ทิพย์ จากสวนเกษตรกรในจังหวัดกาญจนบุรี โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม คือลิ้นจี่ที่พบอาการ sunburn (SB) และไม่พบอาการ sunburn (NS) และมีขนาดของผลสม่ำเสมอเท่ากัน นำมาเคลือบด้วยสารเคลือบ 7 ชนิด ได้แก่ กรด acetic, lactic, malic ความเข้มข้น 5 และ 10%, สารละลาย chitosan 1%, kaolin clay 5%, แป้งข้าวเจ้าผสม chitosan และ kaolin clay ผสมกับแป้งข้าวเจ้า-chitosan โดยจุ่มให้ทั่วนาน 5 นาที และนำมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสเป็นเวลา 20 วัน ณ ห้องปฏิบัติการ Plant and Soil คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) บันทึกผลในวันที่ 7 และ 20 โดยนำมาวัดสีโดยใช้ Chromameter และ Total soluble solids (TSS) โดยใช้ hand refractometer วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) และ Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม SAS (1991)

ผล

การเปลี่ยนแปลงของสีในลิ้นจี่

จากการศึกษาชนิดของสารเคลือบที่มีผลต่อการยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล (browning) ในลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์ เมื่อเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 7 วัน พบว่าลิ้นจี่ NS ที่เคลือบด้วย 10% kaolin clay, แป้งข้าวเจ้าผสม 10% chitosan และ 5% กรด lactic มีค่า L, a และ b มากกว่าสารเคลือบชนิดอื่นตามลำดับ (Figure 1a, b และ c) ซึ่งแสดงว่ามีสีแดงสดกว่า control รวมทั้งมีสีแดงกว่าลิ้นจี่ที่เคลือบด้วยสารเคลือบชนิดอื่น อีกทั้งพบปรากฏอาการสีน้ำตาลต่ำกว่าลิ้นจี่ที่เคลือบสารชนิดอื่น ส่วนลิ้นจี่ SB เคลือบด้วย 10% kaolin clay, 10% lactic และ kaolin clay ผสมกับแป้งข้าวเจ้าที่ผสม 20%chitosan พบว่ามีค่า L, a และ b มากกว่าสารเคลือบชนิดอื่นตามลำดับ (Figure 1a, b และ c) ซึ่งมีสีแดงสดและปรากฏอาการสีน้ำตาลต่ำกว่าลิ้นจี่ที่เคลือบสารชนิดอื่นเช่นกัน เมื่อเก็บรักษาลิ้นจี่ไว้นาน 20 วัน พบว่ามีเชื้อราเกิดขึ้น ยกเว้นลิ้นจี่ที่เคลือบด้วยกรด acetic เข้มข้น 5 และ 10% ที่ยังมีลักษณะทางกายภาพที่ดี ทั้งในลิ้นจี่ NS และ SB

การเปลี่ยนแปลงความหวานในลิ้นจี่

เมื่อเก็บรักษาลิ้นจี่ไว้นาน 20 วัน พบว่าลิ้นจี่ NS ที่เคลือบด้วยกรด acetic ความเข้มข้น 5 และ 10% มีความหวานไม่แตกต่างกับ control ในขณะที่ลิ้นจี่ SB ที่เคลือบด้วยกรด acetic 5 และ 10% มีความหวานมากกว่า control นอกจากนี้ในลิ้นจี่ทั้ง 2 ชนิดที่เคลือบด้วย acetic 5% มีความหวานมากกว่าลิ้นจี่เคลือบด้วยกรดacetic 10% (Figure 2)

วิจารณ์ผล

ในการศึกษาเกี่ยวกับอิทธิพลของสารเคลือบทั้ง 7 ชนิด ได้แก่ กรด acetic, lactic, malic, chitosan, kaolin clay, แป้งข้าวเจ้าผสม chitosan และ kaolin clay ผสมกับแป้งข้าวเจ้าและ chitosan โดยศึกษาการเปลี่ยนแปลงของสีและการเกิดสีน้ำตาล ซึ่งเป็นลักษณะภายนอกที่สำคัญ พบว่าการเคลือบผลลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์ด้วยกรด acetic และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล และการเจริญเติบโตของเชื้อราได้ ทั้งนี้เนื่องจากกรด acetic มีคุณสมบัติเป็น acidulant ที่ดีโดยเป็นสารละลายที่มี pH 2.4 ซึ่งจัดว่าต่ำมาก ดังนั้นกรด acetic จึงสามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาลได้ เนื่องจากเอนไซม์ PPO และ POD จะถูกยับยั้งการทำงานในสภาพที่มี pH ต่ำกว่าหรือเท่ากับ 4.2

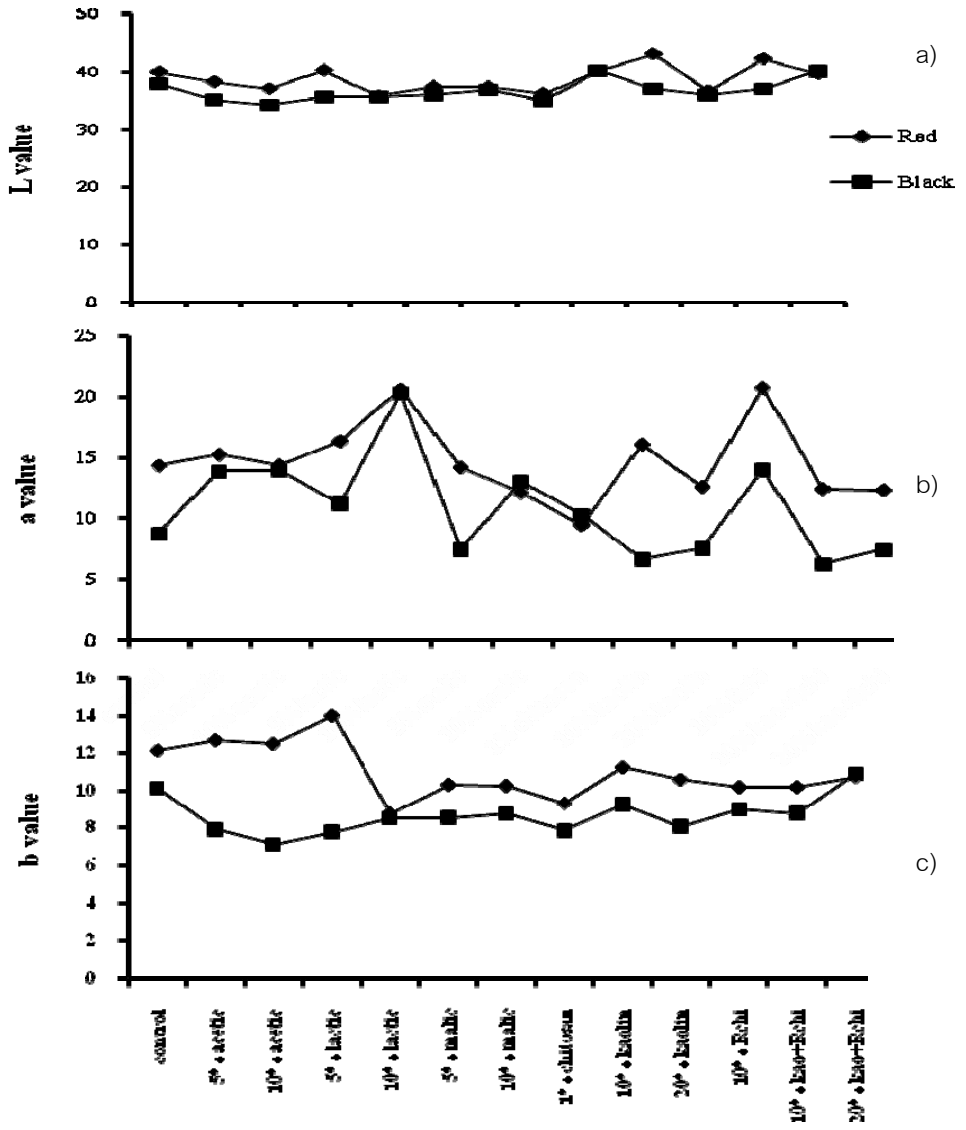


Figure 1 The colour a) L value b) a value c) b value of litchi cv. Pantip coated with fruit coating.

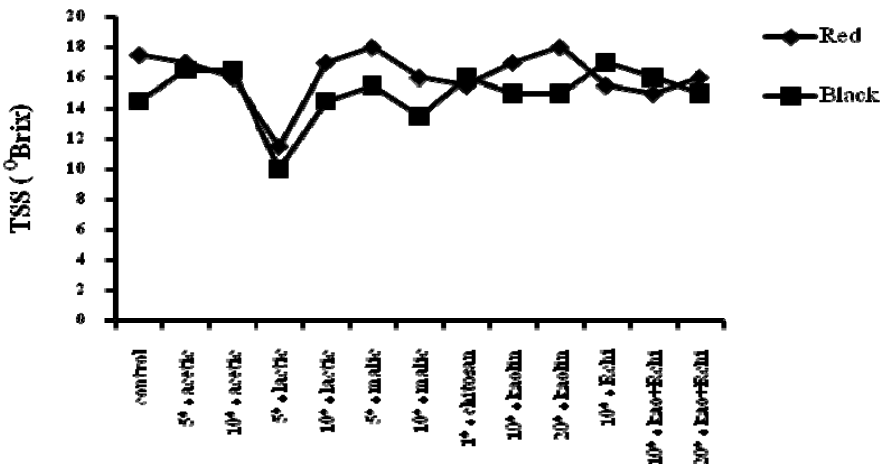


Figure 2 Total soluble solids (TSS) of litchi cv. Pantip coated with fruit coating.

อีกทั้งอุณหภูมิที่เหมาะสมต่อการทำงานของเอนไซม์ PPO คือ 35 องศาเซลเซียส โดยที่ substrate ที่เอนไซม์ PPO เข้าจับเพื่อทำปฏิกิริยาด้วยกับเปลือกลิ้นจี่ (Jiang และคณะ, 1999) นอกจากนี้กรด acetic ยังมีคุณสมบัติเป็น chelating agent ซึ่งมีผลต่อการชะลอการเกิดสีน้ำตาลที่ดี (Castaner และคณะ, 1997, Yang และคณะ, 2000) อย่างไรก็ตามระดับความเข้มข้นและชนิดของกรดที่เหมาะสมในการเกิดสีน้ำตาลจะแตกต่างกันไปในผลไม้แต่ละชนิดแต่ละพันธุ์ ส่วนความหวานที่มากขึ้นนั้นอาจเนื่องมาจากการลดลงอย่างรวดเร็วของกรดภายในผลลิ้นจี่ (กัญญารัตน์ และคณะ, 2549)

สรุปผล

ลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์ที่เคลือบด้วยกรด acetic และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน สามารถยับยั้งการเกิดสีน้ำตาล และยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อรา อีกทั้งยืดอายุการเก็บรักษาโดยไม่มีผลกระทบต่อคุณภาพของลิ้นจี่ระหว่างการเก็บรักษาได้ดีกว่ากรด lactic, malic, chitosan, kaolin clay, แป้งข้าวเจ้าผสม chitosan และ kaolin clay ผสมกับแป้งข้าวเจ้าและ chitosan โดยความเข้มข้นที่ดีที่สุด คือ กรด acetic 5% รองลงมาคือ กรด acetic 10%

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสำนักงานคณะกรรมการวิจัยแห่งชาติที่ได้ให้ทุนสนับสนุนการวิจัยในครั้งนี้ ภายใต้โครงการความร่วมมือไทย-จีน

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมวิชาการเกษตร. 2546. ลิ้นจี่ [สืบค้น], http://www.doae.go.th/plant/lychee.htm [12/ June/ 2007]

กัญญารัตน์ เหลืองประเสริฐ, กอบเกียรติ แสงนิล, กานดา หวังชัย และจำนงค์ อุทัยบุตร, 2549, ผลของกรดออกซาลิร่วมกับอุณหภูมิที่เก็บรักษาต่อการเกิดสีน้ำตาลของเปลือกผลลิ้นจี่พันธุ์ฮงฮวย, Agricultural Science, 37: 100-103

Castaner, M., Gil, M. I. and Artes, F., 1997, Organic acids as browning inhibitors on harvested “Baby” lettuce and endive, Lebensmittel-Untersuchung and Forschung A, 205: 375-379.

Jiang, Y. M. and Fu, J. R., 1999, Postharvest browning of litchi fruit by water loss and its prevention by controlled atmosphere storage at high relative humidity, Lebeansm.-Wiss. U-Technol, 32: 278 – 283

Underhill, S. J. R. and Critchley, C, 1994, Cellular localization of polyphenol oxidase and peroxidase activity in *Lichi chinensis* Sonn. Pericarp, Aust. Journal Plant Physiology, 22: 627– 632.

Yang, W. C., Yu, A. M., Dai, Y. Q. and Chen, H. Y., 2000, Separation and determination of di- and tricarboxylic acids in fruits by capillaly zone electrophoresis with amperometric detection, Analytica Chimica Acta, 415: 75-81.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 164-168 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 164-168 (2550)

ผลของช่องว่างเหนืออาหารและสภาพบรรยากาศดัดแปลงต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์

Effect of Headspaces and Modified Atmospheric Conditions on Qualities and Shelf Life of Organic Baby Corns

อมรรัตน์ วัฒนล้ำเลิศ[1] พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์[1] และ พัชทรา มณีสินธุ์[2]
Watthanalamloet, A.[1], Vongsawasdi, P.[1] and Maneesin, P.[2]

Abstract

This research aims to study the effects of headspaces (HS 1:1 and 1:2) and modified atmospheric conditions (5% O_2+95% N_2 ,10% O_2+90% N_2) on qualities and shelf life of the organic baby corns packed in linear low density polyethylene (LLDPE) bags and stored at 10$\pm$2^{o}C. The results showed that modified atmospheric conditions had significant effects on physical, chemical and sensorial qualities of the produce ($p\leq0.05$). However, headspaces had no significant effect on the qualities ($p>0.05$). The organic baby corns kept under 10% O_2+90% N_2 with both HS ratios and packed under 5% O_2+95% N_2 with HS 1:2 could maintain qualities for 50 days. The produce packed under aforementioned conditions had weight loss, browning index and PPO activity within the ranges of 1.54-1.85 %, 0.04-0.06, 55.39-61.33 unit/mg protein, respectively. In addition, browning index could be used as the freshness indicator which should be less than 0.06 if the produce was considered fresh.

Keywords : organic baby corns, headspace, modified atmosphere, browning index

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของอัตราส่วนระหว่างข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์และช่องว่างเหนืออาหาร (HS 1:1 และ 1:2) และผลของการใช้สภาพบรรยากาศดัดแปลง (10% O_2+90% N_2 และ 5% O_2+95% N_2) ต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ซึ่งบรรจุในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นตรง (LLDPE) และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10$\pm$2^{o}ซ ผลการทดลองพบว่าช่องว่างเหนืออาหารที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้มีผลต่อคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ (p>0.05) ในขณะที่สภาวะบรรยากาศดัดแปรมีผลต่อคุณภาพทางกายภาพ เคมี และประสาทสัมผัสของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p\leq0.05$) จากการทดลองยังพบว่าข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์สามารถเก็บรักษาได้นาน 50 วัน เมื่อเก็บภายใต้สภาวะ10% O_2+90% N_2 ทั้งที่ใช้ HS 1:1 และ HS 1:2 และสภาวะ 5% O_2+95% N_2 ที่ใช้ HS 1:2 โดยมีค่าการสูญเสียน้ำหนัก ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล และกิจกรรมโพลีฟีนอลออกซิเดสอยู่ในช่วง 1.54-1.85 %, 0.04-0.06 และ 55.39-61.33 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่าสามารถใช้ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลเป็นเกณฑ์ในการบ่งชี้ความสดของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ได้ โดยข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์จะยังคงมีคุณลักษณะใกล้เคียงกับผลิตผลสด เมื่อมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลน้อยกว่า 0.06

คำสำคัญ : ข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์, อัตราส่วนระหว่างช่องว่างเหนืออาหาร, สภาวะบรรยากาศดัดแปลง, ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล

คำนำ

ทิศทางการบริโภคในปัจจุบันนอกจากจะเน้นการผลิตอาหารที่ปลอดภัยให้กับผู้บริโภคแล้ว ยังต้องตระหนักถึงสุขภาพของเกษตรกรและการรักษาสภาพแวดล้อม ดังนั้นผักอินทรีย์จึงได้รับความนิยมเพิ่มขึ้น ซึ่งข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์นับเป็นผัก 1 ใน 6 ชนิดที่ได้รับการส่งเสริมให้เป็นพืชอินทรีย์นำร่องเพื่อการส่งออก อย่างไรก็ตามข้าวโพดฝักอ่อนมีอายุการเก็บสั้นคือเก็บได้เพียง 4 วัน ที่อุณหภูมิ 25$\pm$2°ซ (เรือนทอง, 2531) โดยมีการเสื่อมเสียจากการเกิดสีน้ำตาลบนฝัก และมีการเจริญของจุลินทรีย์

[1]ภาควิชาจุลชีววิทยา มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 126 ถ.ประชาอุทิศ เขตทุ่งครุ กรุงเทพ 10140
[1]Department of Microbiology, King Mongkut 's University of Technology Thonburi, 126 Pracha-utis Rd., Toong-kru, Bangkok 10140
[2]สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย 196 ถ.พหลโยธิน เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900
[2]Thailand Institute of Scientific and Technological Research,196 Phaholyothin Rd., Chatuchak, Bangkok 10900

ศศิธร และจริงแท้ (2535) ได้ศึกษาผลของการใช้คาร์บอนไดออกไซด์ต่อคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ซุปเปอร์สวีท และพบว่าข้าวโพดฝักอ่อนที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศที่มีคาร์บอนไดออกไซด์เข้มข้น 5 - 20% มีอายุการเก็บรักษานานกว่าผลิตผลที่เก็บรักษาในสภาพบรรยากาศปกติ แต่การใช้คาร์บอนไดออกไซด์ที่ความเข้มข้นสูงกว่า 15% มีผลทำให้ข้าวโพดฝักอ่อนเกิดสีน้ำตาลเพิ่มมากขึ้น จากการค้นคว้ายังพบว่าข้าวโพดฝักอ่อนเป็นพืชที่มีอัตราการหายใจสูง (สุนันทา, 2531) ซึ่งการหายใจจะส่งผลให้มีการใช้ออกซิเจนและผลิตคาร์บอนไดออกไซด์ออกมาในระบบ โดยปริมาณออกซิเจนที่ลดลงและปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ที่เพิ่มขึ้นสามารถชะลอการหายใจของข้าวโพดฝักอ่อนให้ช้าลง ทำให้มีอายุการเก็บที่นานขึ้น ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงต้องการศึกษาผลของการลดปริมาณออกซิเจนโดยการลดปริมาณช่องว่างเหนืออาหารและการใช้สภาพบรรยากาศดัดแปรต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์พันธุ์ SG 17 super ที่มีอายุเก็บเกี่ยว 53 วันจากแหล่งผลิตในจังหวัดกาญจนบุรี ผ่านการปอกเปลือก คัดคุณภาพและขนาด (ประมาณ 7-9 ซม.) เพื่อให้ได้ข้าวโพดที่มีคุณภาพดี ปราศจากตำหนิ ผ่านการลดอุณหภูมิที่ $4\pm2^{\circ}$ซ ก่อนบรรจุในกล่องโฟม เพื่อควบคุมอุณหภูมิในระหว่างการลำเลียง และขนส่งมายังห้องปฏิบัติการภายใน 24 ชั่วโมงหลังการเก็บเกี่ยว

ศึกษาผลของช่องว่างเหนืออาหาร และผลของการใช้สภาพบรรยากาศดัดแปรต่อคุณภาพและอายุการเก็บรักษาของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ $10\pm2^{\circ}$ซ

บรรจุข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ 100 กรัม ในถาดโพลีเอทิลีน เทอร์ฟะทาเลต (polyethylene terephalate, PET) ขนาด 4.33 x7 นิ้ว (กว้างxยาว) ที่แปรค่าความสูงของถาดเป็น 0.62 นิ้ว (HS1:1) และ 1.18 นิ้ว (HS1:2) ก่อนบรรจุและปิดผนึกในถุงพลาสติกชนิดพอลิเอทิลีนความหนาแน่นต่ำเชิงเส้นตรง (LLDPE) ขนาด 8x7.2 และ 8x8.2 นิ้ว ตามลำดับ ซึ่งมีความหนา 40 ไมโครเมตร มีค่าอัตราการซึมผ่านของไอน้ำ (WVTR) ทดสอบที่อุณหภูมิ 23 $^{\circ}$ซ เท่ากับ 11.7 ก./ตร.ม.วัน ค่าอัตราการซึมผ่านของออกซิเจน (OTR) และค่าอัตราการซึมผ่านของคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2TR) เท่ากับ 5,906 และ 26,000 ลบ.ซม./ตร.ม. วัน ที่ความดัน 1 บรรยากาศ ตามลำดับ ในการศึกษานี้จะเปรียบเทียบผลของสภาวะการบรรจุ 3 แบบคือ การบรรจุภายใต้บรรยากาศปกติ (21% O_2) และการบรรจุภายใต้บรรยากาศดัดแปร ได้แก่ 10% O_2+90% N_2 และ 5% O_2+95% N_2 นำตัวอย่างทั้งหมดมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ $10\pm2^{\circ}$ซ โดยสุ่มตัวอย่างมาตรวจสอบการเปลี่ยนแปลงปริมาณก๊าซภายในบรรจุภัณฑ์และตรวจวิเคราะห์คุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ทุก ๆ 5 วัน นำผลการทดลองที่ได้มาศึกษาหาความสัมพันธ์ระหว่างคุณสมบัติทางกายภาพ เคมี และปริมาณจุลินทรีย์กับผลการประเมินทางประสาทสัมผัส เพื่อหาดัชนีในการบ่งชี้คุณภาพ

วัดปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในตัวอย่างบรรจุภัณฑ์ ด้วยเครื่อง gas analyzer (Servomax, model 1400, England) และคำนวณอัตราการหายใจของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์โดยใช้สมการของ Powrie และ Skura (1991)

ศึกษาคุณภาพทางกายภาพ เคมี จุลินทรีย์ และประสาทสัมผัส

อัตราการสูญเสียน้ำหนักของข้าวโพดฝักอ่อนเป็นร้อยละ (%) ของน้ำหนักเริ่มต้น คำนวณจากอัตราส่วนระหว่างผลต่างของน้ำหนักข้าวโพดเริ่มต้นและภายหลังการเก็บรักษากับน้ำหนักเริ่มต้น (AOAC, 1995) วิเคราะห์ค่าดัชนีสีน้ำตาล (Browning Index) โดยวิธีที่ดัดแปลงจากวิธีของ Monsalve และคณะ (1990) และวิเคราะห์กิจกรรมโพลีฟีนอลออกซิเดสโดยวิธีของ Luh และ Phithakpol (1972) ตรวจสอบปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (AOAC, 1995) และปริมาณยีสต์และราทั้งหมด (AOAC, 1995) ประเมินคุณภาพตัวอย่างข้าวโพดฝักอ่อนในด้านลักษณะปรากฏ สี และการยอมรับโดยรวม ด้วยการให้คะแนน 1 (ไม่ยอมรับมากที่สุด) - 5 (ยอมรับมากที่สุด) โดยใช้ผู้ทดสอบที่มีความคุ้นเคยกับข้าวโพดฝักอ่อนจำนวน 15 คน

วิเคราะห์ความแปรปรวนและถ้าพบนัยสำคัญทางสถิติจะทดสอบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยด้วย Duncan's new multiple range test (DMRT) และวิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ด้วยโปรแกรม statistica version 6.0

ผลและวิจารณ์ผล

ปริมาณออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ภายในบรรจุภัณฑ์และอัตราการหายใจของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์

พบว่าปริมาณออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์ทุกสภาวะมีปริมาณลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 5 วันแรก หลังจากนั้นจึงมีปริมาณค่อนข้างคงที่ (Figure 1ก) ซึ่งสอดคล้องกับการเปลี่ยนแปลงของปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ในบรรจุภัณฑ์ (Figure 1ข) ทั้งนี้เนื่องจากออกซิเจนถูกนำไปใช้ในกระบวนการหายใจ ทำให้ได้คาร์บอนไดออกไซด์ออกมา ซึ่งการเปลี่ยนแปลงของก๊าซทั้ง

สองนี้ส่งผลให้ข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์มีอัตราการหายใจลดลงอย่างรวดเร็วในช่วง 5 วันแรก หลังจากนั้นจึงมีค่าค่อนข้างคงที่ (Figure 1ค) เมื่อเปรียบเทียบผลของสภาวะบรรจุพบว่าข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ที่บรรจุภายใต้บรรยากาศปกติมีอัตราการหายใจสูงกว่าข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ที่บรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศดัดแปลงทั้ง 2 สภาวะตลอดช่วงการศึกษา ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากปริมาณออกซิเจนเริ่มต้นมีผลต่ออัตราการหายใจของผลิตผล (Lee และคณะ, 2001) โดยผลิตผลจะมีอัตราการหายใจลดลงเมื่ออยู่ในสภาพบรรยากาศที่มีความเข้มข้นของออกซิเจนต่ำ (Kader, 1986) สำหรับช่องว่างเหนืออาหารที่ใช้ในการศึกษานี้มีผลต่ออัตราการหายใจของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์อย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

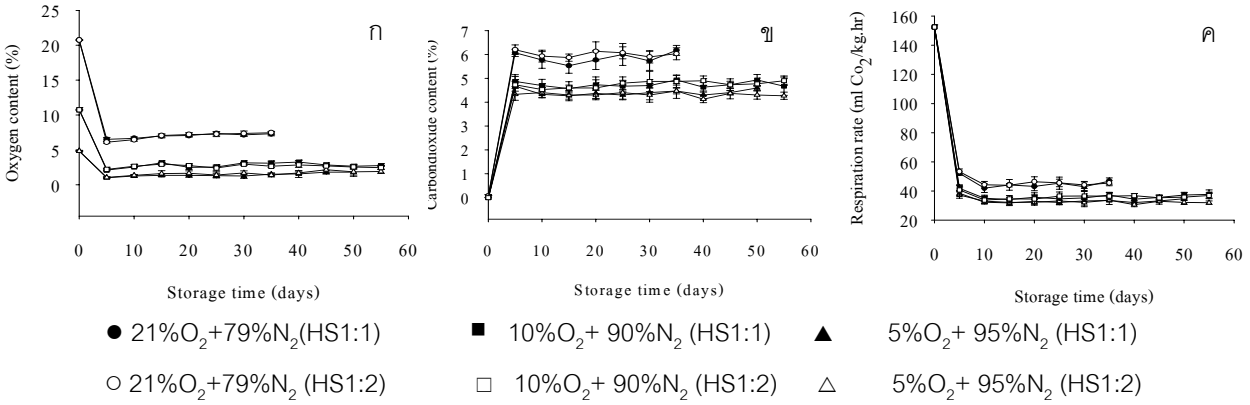


Figure 1 ปริมาณออกซิเจน คาร์บอนไดออกไซด์ และอัตราการหายใจของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์

ผลการวิเคราะห์พบว่าข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์มีการสูญเสียน้ำหนักเพิ่มมากขึ้นเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (Figure 2) นอกจากนี้ยังพบว่าปริมาณออกซิเจนมีผลต่อการสูญเสียน้ำหนักของข้าวโพดฝักอ่อนอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดยข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ที่บรรจุภายใต้บรรยากาศปกติมีการสูญเสียน้ำหนักมากกว่าข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ที่บรรจุในสภาวะบรรยากาศดัดแปลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) ที่เป็นเช่นนี้เนื่องจากการเก็บข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ภายใต้ $10\%O_2+90\%N_2$ และ $5\%\ O_2+95\%\ N_2$ จะช่วยชะลอการหายใจของข้าวโพดฝักอ่อน ดังนั้นจึงมีการสูญเสียน้ำซึ่งเป็นผลผลิตที่ได้จากกระบวนการหายใจลดลงไปด้วย

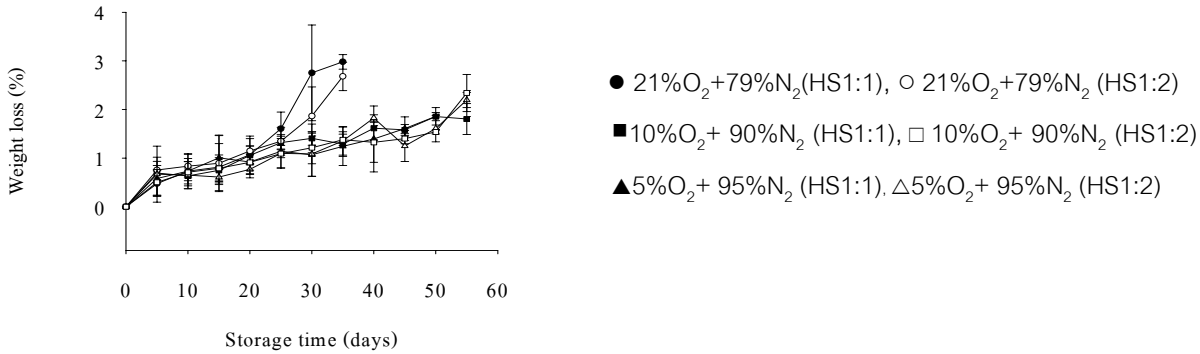


Figure 2 การสูญเสียน้ำหนักของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์

เมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น ข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์จากทุกสภาวะจะมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาล และกิจกรรมของโพลีฟีนอลออกซิเดสเพิ่มมากขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างสภาวะการบรรจุพบว่าค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลและกิจกรรมของโพลีฟีนอลออกซิเดสในข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ที่บรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศดัดแปลงมีการเพิ่มขึ้นช้ากว่าข้าวโพดฝักอ่อนที่บรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติ (Figure 3) ทั้งนี้เนื่องจากออกซิเจนเป็นปัจจัยสำคัญต่อการเกิดปฏิกิริยาการเกิดสีน้ำตาลแบบใช้เอนไซม์ (Whitaker, 1996) ดังนั้นการลดปริมาณออกซิเจนภายในบรรจุภัณฑ์จึงช่วยชะลอการเกิดสีน้ำตาลในผลิตภัณฑ์ได้ จาก Figure 4 พบว่าเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้นข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์มีจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) โดยมีค่าเพิ่มขึ้นจาก 4.18 ± 0.24 log CFU/g ในวันแรกของการเก็บรักษา เป็น 5.91-7.58 log CFU/g ในวันสุดท้ายของการทดลอง ในขณะที่ระยะเวลาการเก็บรักษามีผลต่อการเพิ่มจำนวนของยีสต์และราอย่างไม่มีนัยสำคัญ ($p>0.05$) โดยพบว่ามีจำนวนอยู่ในช่วง 3.65-3.89 log CFU/g นอกจากนี้ยังพบว่าสภาพบรรยากาศและอัตราส่วนของช่องว่างเหนืออาหารที่ใช้ในการศึกษานี้มีผลต่อการเพิ่มขึ้นของจำนวนจุลินทรีย์ทั้งหมดและจำนวนยีสต์และราทั้งหมดอย่างไม่มีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$)

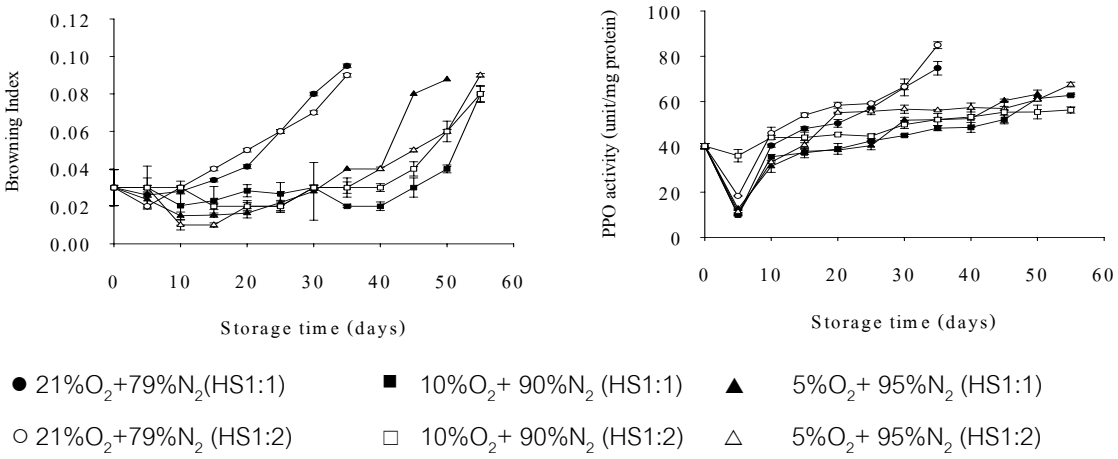


Figure 3 ดัชนีการเกิดสีน้ำตาลและกิจกรรมโพลีฟีนอลออกซิเดสของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์

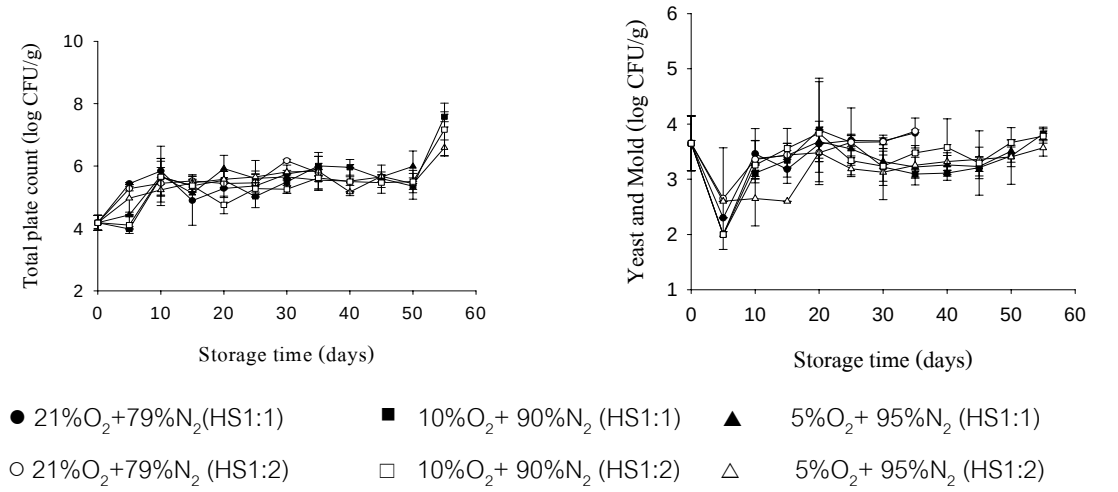


Figure 4 ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมดและยีสต์ราทั้งหมดของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์

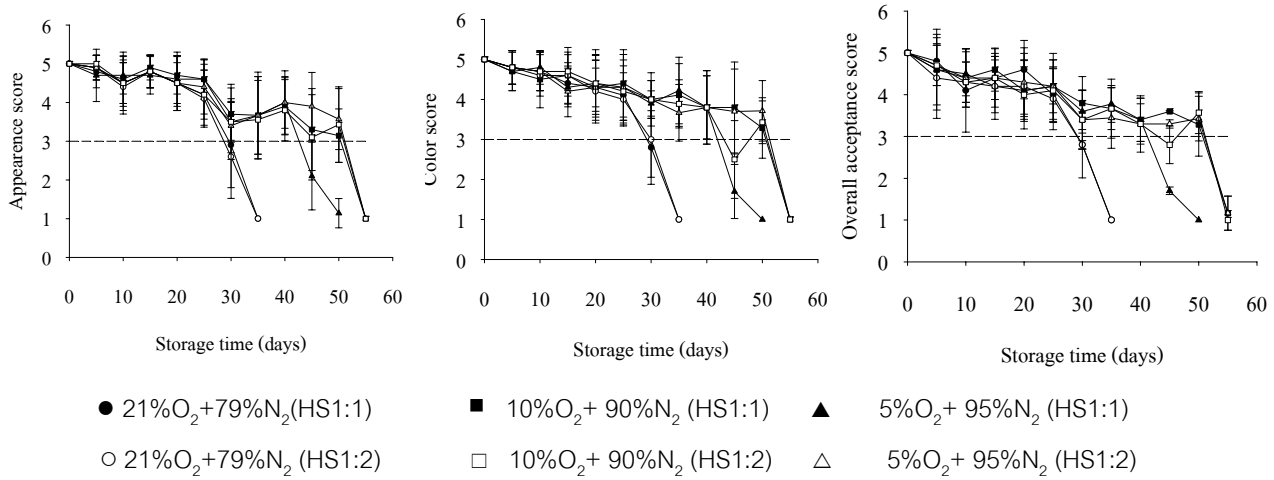


Figure 5 คะแนนการยอมรับด้านลักษณะปรากฏ สี และการยอมรับโดยรวมของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์

จากผลการวิเคราะห์คุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ที่บรรจุในทุกสภาวะได้รับคะแนนเฉลี่ยด้านลักษณะปรากฏ สี และการยอมรับโดยรวมลดลงเมื่อระยะเวลาการเก็บรักษานานขึ้น (Figure 5) สำหรับในการศึกษาครั้งนี้ได้ตั้งเกณฑ์การยอมรับผลิตผลไว้ว่าจะต้องได้คะแนนเฉลี่ยไม่น้อยกว่า 3 ซึ่งพบว่าข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ที่บรรจุภายใต้สภาวะ 10% O_2+90% N_2 ทั้งที่ใช้ HS1:1 และ 1:2 และสภาวะ 5% O_2+95% N_2 ที่ใช้ HS1:2 สามารถเก็บไว้ได้นานกว่าข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ที่บรรจุภายใต้สภาวะบรรยากาศปกติโดยเก็บไว้ได้ถึง 50 วัน โดยผลผลิตที่เก็บรักษาในสภาวะข้างต้นมีค่าการ

สูญเสียน้ำหนัก ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล และกิจกรรมโพลีฟีนอลออกซิเดสอยู่ในช่วง 1.54-1.85 % (Figure 2), 0.04-0.06 และ 55.39-61.33 หน่วยต่อมิลลิกรัมโปรตีน (Figure 5) ตามลำดับ

จากการเปรียบเทียบผลการวิเคราะห์ทางกายภาพ เคมี และจุลินทรีย์กับผลการประเมินทางประสาทสัมผัสพบว่าสามารถใช้ค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลเป็นดัชนีบ่งชี้คุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ได้ โดยข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์จะยังคงคุณภาพใกล้เคียงของสดเมื่อมีค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลต่ำกว่า 0.06 โดยค่าดัชนีการเกิดสีน้ำตาลมีความสัมพันธ์กับระยะเวลาการเก็บรักษา กิจกรรมโพลีฟีนอลออกซิเดส คุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านลักษณะปรากฏ สี และการยอมรับโดยรวม โดยมีค่าสหสัมพันธ์ (R^2) เท่ากับ 0.939, 0.938, 0.883, 0.886 และ 0.869 ตามลำดับ

สรุปผล

อัตราส่วนระหว่างช่องว่างเหนืออาหารที่ใช้ในการศึกษาครั้งนี้ไม่มีผลต่อคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ ในขณะที่สภาพบรรยากาศมีผลต่อคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์อย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ซึ่งสภาวะที่เหมาะสมในการเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์คือสภาวะ 10%O_2+90%N_2 ทั้งที่ HS1:1 และ 1:2 และสภาวะ 5%O_2+95%N_2 ที่ใช้ HS1:2 โดยสามารถรักษาคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ให้ใกล้เคียงกับผลิตผลสดได้นาน 50 วัน และนานกว่าสภาวะที่ใช้ 21%O_2+79%N_2 20 วัน

คำขอบคุณ

คณะผู้วิจัยขอขอบพระคุณบริษัทสวิฟท์ จำกัด ที่อนุเคราะห์ข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์ตลอดการทดลอง

เอกสารอ้างอิง

เรือนทอง ศรีรัตน์, 2531, การเก็บรักษาข้าวโพดฝักอ่อนโดยตู้เก็บรักษาความเย็น, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี ภาควิชาพืชสวน, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, หน้า 17.

สุนันทา สมพงษ์, 2531, การปลูกข้าวโพดฝักอ่อนเพื่ออุตสาหกรรม ข้าวโพดอุตสาหกรรม, ศูนย์วิจัยข้าวโพดข้าวฟ่างแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, หน้า 13.

ศศิธร อิทธานุเวคิน และ จริงแท้ ศิริพาณิช, 2535, ผลของคาร์บอนไดออกไซด์ต่อคุณภาพของข้าวโพดฝักอ่อนพันธุ์ซุปเปอร์สวีท, วารสารเกษตรศาสตร์, 26: 342-349.

AOAC, 1995, Official Methods of Analysis, 16th ed., The Association of Official Analysis Chemists, Virginia.

Kader, A. A., 1986, Biochemical and physiological basis for effects of controlled and modified atmospheres on fruits and vegetables, Food Technology, 40: 99-104.

Lee, D. S., Haggar, P. E., Lee, J. and Yam, K. L., 1991, Model for fresh produce respiration in modified atmospheres based on principles of enzyme kinetics, Journal Food Science, 56: 1580-1585.

Luh, B. S. and Phithakpol, B., 1972, Characteristics of polyphenoloxidase related to browning in cling peaches, Journal Food Science, 37: 264-268.

Monsalve, A., Powers, J. R., and Leung, H. K., 1990, Browning of dehydroascorbic acid and chlorogenic acid as a function of water activity, Journal Food Science, 55: 1425-1428.

Powrie, W. D. and Skura, B. J., 1991, Modified atmosphere packaging of fruits and vegetables, In Modified atmosphere packaging of food, Ooraikul, B. and Stiles, M.E. (Ed.), Ellis Horwood, New York, p. 169.

Whitaker, J. R., 1996, Enzymes, In Food Chemistry, 3rd ed, Fennema, O.R. (Ed.), Marcel Dekker Inc, New York, pp. 431-530.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 169-172 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 169-172 (2550)

ผลของพีเอช อุณหภูมิ และเวลาการแช่ข้าวต่อคุณภาพของข้าวกล้องงอก

Effects of pH, Temperature and Soaking Time on Qualities of Germinated Brown Rice

วัฒนา วัชรอาภาไพบูลย[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1]
Watchraparpaiboon, W.[1], Laohakunjit, N.[1], Kerdchoechuen, O.[1] and Photchanachai, S.[1]

Abstract

Production of high nutrient content of germinated brown rice (GBR) could be improved by controlled achieving of pH and temperature of water and soaking time. Based on results obtained in this study, GBR of brown rice cv. Khao Dawk Mali 105 (KDML 105), soaked in water at pH 6 (slightly acid), temperature of 35°C for 24 hours, had highest quality of GBR compared with other conditions of germination. γ-amino–butyric acid (GABA), phytic acid, and vitamin B1 contents of the best obtained GBR were 16.50, 501.06, and 0.526 mg/100 g of edible GBR, respectively. Amylose content of the best GBR of KDML 105 was lower than non-germinated brown rice, related to declining of the peak viscosity of gelatinization temperature. However, the conditions for GBR cv. Chainat 1 were similar to the conditions of GBR cv. KDML 105. GABA, phytic acid and vitamin B1 content of GBR cv Chainat 1 were 14.51, 486.03, 0.436 mg/100g, respectively and amylose content was decreasing from 20.20 to 18.75%.

Keywords : Germinated brown rice, pH, temperature, soaking time, GABA

บทคัดย่อ

การผลิตข้าวกล้องงอก (germinated brown rice: GBR) โดยการควบคุมพีเอช และอุณหภูมิของน้ำ รวมทั้งระยะเวลาในการแช่ข้าว สามารถเพิ่มคุณค่าทางอาหารของ GBR ได้ จากการศึกษาพบว่า ข้าวกล้องพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่แช่น้ำในสภาวะที่มีพีเอชเท่ากับ 6 (เป็นกรดเล็กน้อย) อุณหภูมิ 35°C เวลาการแช่ 24 ชั่วโมง ทำให้ได้ GBR ที่มีคุณภาพทางอาหารสูงกว่า GBR ที่ใช้สภาวะต่างๆ ในการงอก (pH 3, 4 หรือ 8 อุณหภูมิ 25, 35 และ 45°C เวลาการแช่ 12 และ 24 ชั่วโมง) โดยมีปริมาณ γ-amino–butyric acid (GABA) กรดไฟติคและวิตามินบี 1 เท่ากับ 16.50, 501.06 และ 0.526 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของ GBR ตามลำดับ ปริมาณ amylose ลดลงเมื่อเทียบกับข้าวกล้องที่ไม่ผ่านการงอก ซึ่งสอดคล้องกับอุณหภูมิของแป้งสุกที่มีค่า peak viscosity ลดลง ส่วนสภาวะที่ใช้ในการผลิต GBR ของข้าวกล้องพันธุ์ชัยนาท 1 ที่ทำให้ได้คุณภาพของ GBR ดีที่สุดนั้นเป็นสภาวะเดียวกับ GBR ของข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 โดยมีปริมาณ GABA กรดไฟติค และวิตามินบี1 เท่ากับ 14.51, 486.03 และ 0.436 มิลลิกรัมต่อ 100 กรัมของ GBR ตามลำดับ โดยปริมาณ amylose ลดลงจากร้อยละ 20.20 เหลือเท่ากับร้อยละ 18.75

คำสำคัญ : ข้าวกล้องงอก พีเอช อุณหภูมิของน้ำ ระยะเวลาในการแช่ข้าว GABA

คำนำ

ข้าวกล้องงอกเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการนำข้าวกล้องมาแปรรูปโดยการงอก สามารถใช้เป็นอาหารเสริมสุขภาพ เนื่องจากมีปริมาณ GABA และวิตามินบี1 สูง ทั้งยังป้องกันโรคมะเร็งลำไส้ใหญ่ รักษาระดับน้ำตาลในเลือดป้องกันโรคหัวใจ ช่วยลดความดันโลหิต รวมทั้งป้องกันโรค Alzheimer's (Shoichi, 2004) แต่กระบวนการผลิต GBR นั้นยังไม่เป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค เนื่องจาก GBR ที่ผลิตได้มีกลิ่นไม่ดีและมีกลิ่นหมัก จากการเปลี่ยนแปลงเมตาบอลิซึมที่เกิดระหว่างการงอกและการเจริญของเชื้อจุลินทรีย์ที่ผิวเมล็ดข้าวกล้อง (Piernas และ Guiraud, 1997) การวิจัยข้าวญี่ปุ่นพบว่าปริมาณ GABA และวิตามินบี1 เพิ่มขึ้นภายหลังการงอกแต่ยังไม่มีรายงานการเพิ่มขึ้นของ GABA และวิตามินบี1 ในข้าวพันธุ์ indica ซึ่งเป็นข้าวที่สามารถผลิตได้มากในประเทศไทย เพื่อเป็นการเพิ่มมูลค่าของสินค้าข้าว งานวิจัยครั้งนี้จึงมุ่งศึกษาหาสภาวะที่เหมาะสมต่อการงอกของข้าวกล้องเพื่อให้ได้คุณค่าทางโภชนาการสูง เป็นอาหารที่ปลอดภัย และมีกลิ่นหอมเป็นที่ยอมรับของผู้บริโภค

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ถนนเทียนทะเล บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Tein-talay Rd., Bangkhuntein, Bangkok 10150

อุปกรณ์และวิธีการ

ข้าวกล้อง 2 พันธุ์ที่มีปริมาณ amylose ต่างกันที่ใช้ในการศึกษาสภาวะการงอกคือ ข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 จากจังหวัดสุรินทร์ และข้าวพันธุ์ชัยนาท1 จากสถานีทดลองข้าวราชบุรี โดยมีปริมาณ amylose 15.88% และ 20.20% ตามลำดับ นำข้าวกล้องทั้ง 2 พันธุ์มาเก็บรักษาที่ห้องเย็นควบคุมอุณหภูมิ 0°C เป็นเวลาหนึ่งเดือน จากนั้นนำมาศึกษาสภาวะที่เหมาะสมในการงอกต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณสารอาหาร โดยนำข้าวกล้องมาแช่น้ำที่มี pH 3, 4, 6 และ 8 อุณหภูมิ 25, 35 และ 45°C เป็นเวลา 12 และ 24 ชั่วโมง เมื่อข้าวกล้องงอกยาวประมาณ 1-2 มิลลิเมตร นำมาทำแห้งโดยใช้ hot air oven ที่อุณหภูมิ 60°C จนมีความชื้นประมาณ 15% แล้วนำข้าวกล้องมาบดให้ละเอียดร่อนด้วยตะแกรง 100 เมช นำข้าวกล้องทั้ง 2 พันธุ์ ที่ผ่านการงอกแล้วมาวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี-กายภาพ โดยวิเคราะห์ปริมาณโปรตีนด้วยวิธี Kjeldahl Method ไขมันโดย A.O.A.C. (1990) คาร์โบไฮเดรตโดย Phenol Sulfuric Acid วิตามินบี1 โดยใช้ UV-Spectrophotometer ตามวิธีของ Liu et.al (2002) GABA ดัดแปลงวิธีของ Kitaoka และ Nakano (1969) กรดไฟติคในรูป IP_6 ตามวิธีของ Haug และ Lantzseh (1983) ปริมาณ amylose ตามวิธีของ Juliano (1981) และ gel temperature โดยใช้ Rapid Visco Analyser (RVA)

ผล

จากการทดลองพบว่า pH ของน้ำ อุณหภูมิ และเวลาในการแช่น้ำมีผลต่อปริมาณสารอาหารใน GBR ทั้ง 2 พันธุ์ โดยปริมาณไขมัน โปรตีน คาร์โบไฮเดรต วิตามินบี1 และ GABA เพิ่มขึ้นภายหลังการงอกแต่ IP_6 และ amylose ลดลง สภาวะที่ดีที่สุดที่ทำให้ข้าว GBR ทั้ง 2 พันธุ์มีปริมาณ GABA สูงสุด คือ การแช่น้ำที่ pH6 อุณหภูมิน้ำ 35°C และเวลาการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง โดย GBR ข้าวขาวดอกมะลิ105 และชัยนาท1 มีปริมาณ GABA เท่ากับ 16.50 และ 14.51 mg/100g ตามลำดับ (ดังรูปที่1 และ 2) และที่สภาวะนี้ทำให้ GBR ของพันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และชัยนาท1 มีปริมาณ ไขมัน 4.50 และ 4.00% โปรตีน 10.02 และ 9.81% คาร์โบไฮเดรต 75.85 และ 67.88% วิตามินบี1 0.526 และ 0.436 mg/100g ปริมาณ IP_6 501.06 และ 486.03 mg/100g ตามลำดับ ส่วน amylose ใน GBR มีค่าลดต่ำลงกว่าข้าวกล้องไม่ผ่านการงอก โดยขาวดอกมะลิ105 และชัยนาท1 จาก15.88เป็น 14.00% และ 20.20 เป็น 18.87% ตามลำดับ ซึ่งสอดคล้องกับค่า gel temperature ที่มี peak viscosity ลดลง (ข้อมูลไม่ได้แสดง) แต่ที่สภาวะการแช่น้ำที่ pH8 อุณหภูมิน้ำ 35°C และเวลาการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ทำให้ข้าว GBR ทั้ง 2 พันธุ์ มีปริมาณวิตามินบี1 มากที่สุด โดยมีค่า 0.646 และ 0.556 mg/100g ตามลำดับ (Table1) แต่ปริมาณกรดไฟติดในรูป IP_6 ในข้าว GBR พันธุ์ขาวดอกมะลิ105 และชัยนาท1 มีปริมาณต่ำสุดที่สภาวะการแช่น้ำที่ pH4 อุณหภูมิน้ำ 45°C และเวลาการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง โดยมีค่า 406.03 และ 349.96 mg/100g ตามลำดับ (Table1)

วิจารณ์ผล

จากการทดลองพบว่าสารชีวโมเลกุลของเมล็ดข้าวระหว่างการงอก ได้แก่ ไขมัน และโปรตีน เพิ่มขึ้นซึ่ง Shoichi (2004) ให้เหตุผลว่า เกิดจากน้ำไปกระตุ้นการทำงานของ hydrolytic enzyme ทำให้เกิดการย่อยสลายไขมันและโปรตีนที่บริเวณชั้นรำข้าวทำให้ปริมาณไขมันและโปรตีนเพิ่มขึ้น และ Rai และ Singaravadival, 1979 รายงานว่าเกิดจากการแช่ข้าวในน้ำทำให้โปรตีนบริเวณเยื่อหุ้มเมล็ดซึมเข้าไปภายในเมล็ดจึงทำให้ปริมาณโปรตีนเพิ่มขึ้นได้ การที่ปริมาณ GABA ในข้าว GBR ทั้ง 2 พันธุ์ ที่สภาวะการแช่น้ำที่ pH6 อุณหภูมิการแช่น้ำ 35°C เวลาการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง มีปริมาณเท่ากับ 16.50 และ 14.51 mg/100g ตามลำดับ ซึ่งเป็นปริมาณที่มากกว่าการทดลองในข้าวญี่ปุ่นที่ทำการงอกที่สภาวะเดียวกันแต่ไม่มีการปรับ pH โดยมีปริมาณ GABA เท่ากับ 10.1 mg/100g (Komatsuzaki และคณะ, 2007) การเพิ่มขึ้นของปริมาณ GABA ในสภาวะที่มีการปรับ pH เนื่องจากสภาวะที่เป็นกรดเล็กน้อย H^+ ไปกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ glutamate decarboxylase ทำให้เกิดการเปลี่ยน glutamic acid ไปเป็น GABA ทำให้มีปริมาณ GABA มากขึ้น (Shelp และคณะ, 1999) แต่การเพิ่มขึ้นของวิตามินบี1 ในข้าวทั้ง 2 พันธุ์ มากที่สุดที่สภาวะการแช่น้ำ pH8 อุณหภูมิน้ำ 35°C เวลาการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง เนื่องจากสภาวะนี้มี pH ใกล้เคียงกับการทำงานของเอ็นไซม์ thiamin phosphate kinase โดยสภาวะเหมาะสมต่อการทำงานของเอ็นไซม์นี้ที่ pH7 ถึง 7.5 อุณหภูมิ 35°C (Yamada และ Kawasaki, 1980) นอกจากนี้การลดลงของปริมาณ amylose เนื่องมาจากระหว่างการงอกนั้นเกิดการกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ amylase ทำให้เอ็นไซม์ amylase ไป hydrolyze amylose และ amylopectin เกิดเป็น dextrins และ maltose เป็นผลให้ amylose ลดลง (Gibson และ Ferguson, 1996) จึงมีผลทำให้ GBR หุงสุกมีความนุ่มมากขึ้น ส่วนการลดลงของ IP_6 นั้นเกิดจากการงอกไปกระตุ้นการทำงานของเอ็นไซม์ phytase ทำให้เกิดการ hydrolyze phytic acid ไปเป็น myo-inositol และ inositol phosphates (IP_1-IP_5) เพื่อนำไปใช้ในการเจริญเติบโต (Oatway และคณะ, 2001)

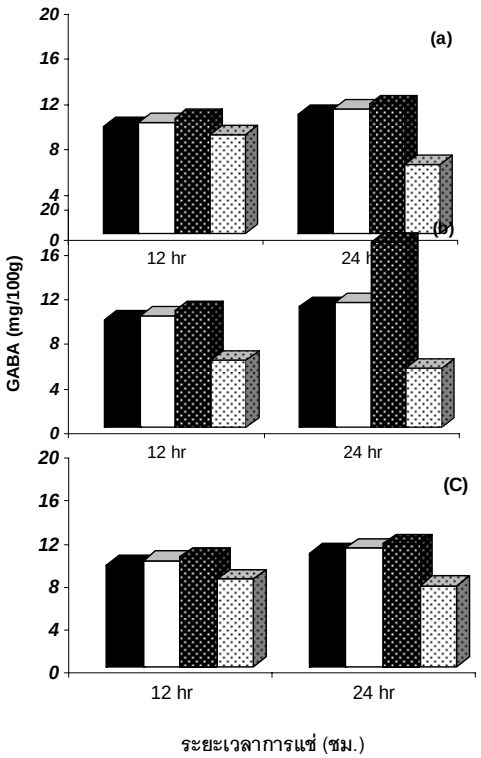


Figure 1 ปริมาณ GABA ในข้าว GBR พันธุ์ขาวดอกมะลิ105 ที่สภาวะการแช่ที่ pH 3, 4, 6, 8 เวลา 12 และ 24 ชม. และอุณหภูมิ (a) 25°C (b) 35°C (c) 45°C

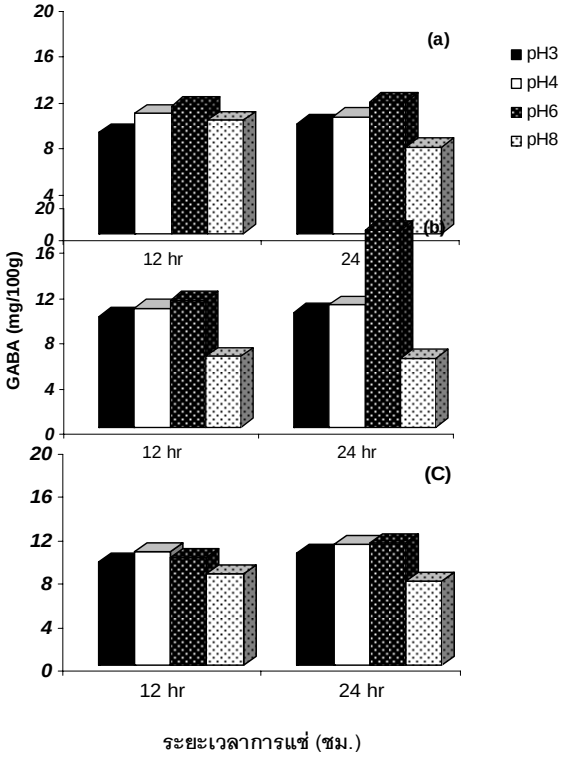


Figure 2 ปริมาณ GABA ในข้าว GBR พันธุ์ชัยนาท1 ที่สภาวะการแช่ที่ pH 3, 4, 6, 8 เวลาแช่ 12 และ 24 ชม. และอุณหภูมิ (a) 25°C (b) 35°C (c) 45°C

Table 1 องค์ประกอบทางเคมี-กายภาพ ในข้าว GBR ขาวดอกมะลิ105 และชัยนาท1 ที่สภาวะการแช่น้ำต่างๆ

พันธุ์	pH	วิตามินบี1 (mg/100g)						IP_6 (mg/100g)					
		12 ชม.			24 ชม.			12 ชม.			24 ชม.		
		25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C	25°C	35°C	45°C
ขาวดอกมะลิ105	3	0.443^{n}	0.426^{o}	0.443^{n}	0.483^{ij}	0.496^{g}	0.456^{m}	585.46^{d}	649.66^{b}	567.06^{i}	561.06^{j}	545.06^{k}	523.76^{o}
	4	0.423^{o}	0.476^{jk}	0.406^{p}	0.486^{hi}	0.533^{de}	0.493^{gh}	605.06^{c}	582.36^{e}	468.06^{u}	496.56^{r}	478.26^{s}	406.03^{w}
	6	0.466^{l}	0.473^{kl}	0.453^{m}	0.546^{c}	0.526^{e}	0.506^{f}	650.03^{a}	537.66^{m}	571.06^{h}	521.46^{p}	501.06^{q}	459.76^{v}
	8	0.506^{f}	0.606^{b}	0.483^{ij}	0.536^{d}	0.646^{a}	0.540^{cd}	576.06^{g}	545.06^{k}	580.06^{f}	543.80^{l}	531.66^{n}	475.03^{t}
ชัยนาท1	3	0.336^{l}	0.333^{l}	0.336^{l}	0.376^{h}	0.366^{i}	0.356^{j}	650.06^{a}	626.93^{b}	589.96^{e}	537.03^{g}	512.03^{hi}	477.93^{j}
	4	0.336^{l}	0.376^{h}	0.313^{m}	0.386^{g}	0.406^{e}	0.396^{f}	598.93^{de}	560.03^{f}	460.23^{k}	460.03^{k}	419.93^{m}	349.96^{o}
	6	0.376^{h}	0.356^{j}	0.346^{k}	0.446^{c}	0.436^{d}	0.406^{e}	610.13^{cd}	597.90^{e}	558.03^{f}	500.86^{i}	486.03^{j}	446.93^{l}
	8	0.406^{e}	0.506^{b}	0.376^{h}	0.446^{c}	0.556^{a}	0.336^{l}	644.90^{a}	614.93^{bc}	559.93^{f}	521.93^{h}	454.90^{kl}	400.03^{n}

หมายเหตุ ** = แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ99

a, b, ... = ค่าเฉลี่ยในแนวตั้งที่ตามด้วยอักษรที่แตกต่างกัน มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อเปรียบเทียบโดยวิธี DMRT ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

สรุปผล

การเพิ่มปริมาณสารอาหารที่เป็นประโยชน์ในข้าว GBR นั้นสามารถใช้การควบคุมปัจจัยให้เหมาะสมต่อการงอก เช่น pH อุณหภูมิน้ำ และระยะเวลาการแช่น้ำ โดยสภาวะที่ดีที่สุดในการแช่ข้าวขาวดอกมะลิ105 และชัยนาท1 ที่ทำให้มีปริมาณ GABA มากที่สุด คือ การแช่น้ำที่ pH 6 อุณหภูมิน้ำ 35°C และเวลาการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง ส่วนสภาวะที่ทำให้มีปริมาณวิตามินบี1 มากที่สุด คือ การแช่น้ำที่ pH 8 อุณหภูมิน้ำ 35°C และเวลาการแช่น้ำ 24 ชั่วโมง

เอกสารอ้างอิง

A.O.A.C., 1990, Official Method of Analysis, 15th ed., Association of Official Analytical Chemistry, Washington, D.C., pp. 1298.

Gibson, R. S and Ferguson, E. L., 1996, Food processing methods for improving the Zinc content and bioavailability of Home-based and Commercially available complementary foods, Washington, DC, 50-57.

Haug, W. and Lantzsch, H. J., 1983, Sensitive method for the rapid determination of Phytate in cereal and cereal products, Journal of the Science of Food and Agriculture, 34: 1423-1426.

Juliano, B. O., Perez, C. M., Blakeney, A. B., Castillo, T., Kongseree, N., Laignelet, B., Lapis, E. T., Murty, V. V. S., Paule, C. M. and Webb, B. D., 1981, International cooperative testing on the amylose content of milled rice, Starch/Starke, 33(5): 157-162.

Kitaoka, S. and Nakano, Y., 1969, Colorimetric determination of ω-amino acids, The Journal of Biochemistry, 66: 87-94.

Komatsuzaki, N., Tsukahara, K., Toyoshima, H., Suzuki, T., Shimizu, N., and Kimura, T., 2007, Effect of soaking and gaseous treatment on GABA content in germinated brown rice, Journal of Food Engineering, 78: 556-560.

Liu, D. I. and Pomeranz, Y., 1976, Structural and mineral composition of malt sprouts, The Brewer's Digest, 51: 52-56.

Oatway, L., Vasanthan, T. and Helm, J. H., 2001, Phytic acid, Food Reviews International, 17: 419-431.

Raj, S. A. and Singaravadival, R., 1979, Influence of soaking and steaming on the loss of simple constituents in paddy, Journal of Food Science and Technology, 17: 141-143.

Shelp, B. J., Bown, A. W. and McLean, M. D., 1999, Metabolism and functions of gamma-aminobutyric acid, Trends in plant science, 4: 446-452.

Shoichi, I., 2004, Marketing of value-added rice products in Japan: germinated brown rice and rice bread, FAO rice conference, 1-10.

Yamada, K. and Kawasaki, T., 1980, Properties of the thiamine transport system in Escherichia coli, Journal of Bacteriology, 141: 254-261.

การสะสมโลหะหนักในผักกาดหอมที่ปลูกโดยใช้น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย

Heavy Metal Accumulations in Lettuce Grown in Wastewater from Rajburi Sugarcane Refinery

อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ ศิริอร แก้วโบราณ[1]
Kerdchoechuen, O.[1], Laohakunjit. N.[1] and Kaewboran. S.[1]

Abstract

A study of 5 heavy metals; chromium (Cr), cadmium (Cd), lead (Pb), copper (Cu) and nickel (Ni) accumulated in lettuce grown in hydroponic culture, non-circulated solution was conducted. The waste from Rajburi Sugarcane Refinery was used at 5 levels; 0, 25, 50, 75 and 100%. The results showed that lettuce, grown in hydroponic with 100% wastewater had a higher in Cr, Cd and Pb. On the other hand, Cu and Ni were accumulated at the highest in control using 100% tap water. In addition, lettuce grown in hydroponic accumulated Cr and Ni lower than lettuce grown in soil. Therefore heavy metals should be eliminated and Cu and Ni in tap water should be treated before growing vegetables in hydroponic with wastewater. The wastewater would be recommended to use as growing solution for non-edible crops such as floriculture.

Keywords : lettuce, hydroponic, wastewater, heavy metal

บทคัดย่อ

การศึกษาการสะสมโลหะหนัก 5 ชนิด คือ โครเมียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และนิกเกิลในผักกาดหอมที่ปลูกโดยวิธีไฮโดรโปนิคชนิดสารละลายไม่หมุนเวียน ใช้น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำตาลทรายราชบุรี 5 ระดับ คือร้อยละ 0 (น้ำประปา) 25 50 75 และ 100 พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งร้อยละ 100 มีการสะสมโลหะหนัก 3 ชนิด คือ โครเมียม แคดเมียม และตะกั่ว มากกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งผสมน้ำประปา ส่วนโลหะหนักอีก 2 ชนิด คือทองแดงและนิกเกิล มีปริมาณการสะสมในผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำประปามากที่สุด นอกจากนี้ผักกาดหอมที่ปลูกในไฮโดรโปนิคมีโครเมียม (Cr) และแคดเมียม (Ni) น้อยกว่าในผักกาดหอมที่ปลูกในดิน ดังนั้นถ้าจะนำน้ำทิ้งมาใช้ในการปลูกพืชที่รับประทานใบควรกำจัดโลหะหนักในน้ำทิ้งออกก่อน รวมทั้งกำจัดทองแดงและนิเกิลที่ปนเปื้อนในน้ำประปาด้วย และหรืออาจนำน้ำทิ้งมาใช้ในการปลูกพืชที่ไม่ได้นำมาบริโภค เช่น ไม้ดอก

คำสำคัญ : ผักกาดหอม, ไฮโดรโปนิค, น้ำทิ้ง, โลหะหนัก

คำนำ

การนำน้ำทิ้งมาใช้ในการเกษตรเป็นอีกแนวทางหนึ่งในการจัดการน้ำทิ้ง นอกจากเป็นประโยชน์ต่อการผลิตพืชแล้วยังสามารถลดปัญหาที่เกิดจากน้ำทิ้งที่ปล่อยลงสู่แหล่งน้ำได้ ซึ่งการนำน้ำทิ้งมาใช้ในการผลิตพืชนอกจากสามารถให้น้ำทิ้งทางดินโดยตรงแล้ว ยังสามารถนำน้ำทิ้งมาปลูกพืชในระบบพืชไร้ดิน หรือระบบไฮโดรโปนิค (Hydroponic culture) มีรายงานการนำน้ำทิ้งมาใช้ในการปลูกพืชในระบบไม่ใช้ดิน ได้แก่ สตรอเบอร์รี่ (Takeda และคณะ, 1997) มะเขือเทศ และผักกาดหอม (McMurtry และคณะ, 1993) อย่างไรก็ตามในน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมเกษตรยังมีการปนเปื้อนของโลหะหนัก ซึ่งโลหะหนักเหล่านี้นอกจากมีผลต่อการเจริญเติบโตของพืชแล้วยังสามารถสะสมในสภาพแวดล้อม โดยเฉพาะในดิน รวมทั้งเป็นพิษต่อมนุษย์และสัตว์ที่กินพืชเข้าไป การศึกษานี้เป็นการนำน้ำทิ้งบ่อสุดท้ายของโรงงานน้ำตาลทรายราชบุรีมาทดสอบปลูกผักกาดหอม (Lettuce: *Lactuca sativa*)ในระบบไฮโดรโปนิค เพื่อศึกษาความเป็นไปได้ในการนำน้ำทิ้งมาใช้ในการผลิตพืชต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำน้ำทิ้งจากบ่อบำบัดสุดท้ายของบริษัทน้ำตาลทรายราชบุรีจำกัด มาวิเคราะห์โลหะหนัก 5 ชนิด คือ โครเมียม แคดเมียม ตะกั่ว ทองแดง และนิกเกิล โดยใช้ atomic absorption spectrophotometer ก่อนการทดลองปลูกผักกาดหอมแบบ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntein Campus, Bangkok 10150

ไฮโดรโปนิคแบบสารละลายไม่หมุนเวียนชนิดเติมอากาศ ในกระบะพลาสติกขนาด 35 x 35 x 16 เซนติเมตร^3 ระยะปลูกเท่ากับ 10 x 10 เซนติเมตร^2 จำนวน 9 ต้นต่อ 1 กระบะพลาสติก โดยปลูกแบบย้ายกล้า เมื่อกล้ามีใบจริง 2-3 ใบ ให้ปุ๋ยทางใบโดยใช้ปุ๋ยยูเรีย 2.5 กรัม ละลายน้ำ 1,000 มิลลิลิตร ฉีดพ่นที่ใบทุก 2 วัน หลังจากย้ายต้นกล้าอายุ 2 สัปดาห์ เติมน้ำทิ้งในกระบะปลูกผักกาดหอม โดยมีปริมาณน้ำทิ้ง:น้ำประปา 5 ระดับ คือ 0:100, 25:75, 50:50, 75:25 และ 100:0 โดยปริมาตร จากนั้นปรับ pH ให้อยู่ในช่วง 5.0-6.0 โดยใช้กรดไฮโดรคลอริค บันทึก pH และค่าสภาพการนำไฟฟ้า (Electrical conductivity: EC) ทุก 3 วัน วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD) จำนวน 4 ซ้ำ เมื่อครบอายุการเก็บเกี่ยวของผักกาดหอม (48วัน) วิเคราะห์การเจริญเติบโต และการสะสมของโลหะหนัก เปรียบเทียบกับผักกาดหอมที่ปลูกในดิน วิเคราะห์ค่าความแปรปรวน (ANOVA) และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยโดยใช้วิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT) ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SAS

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์น้ำทิ้งจากบ่อบำบัดน้ำทิ้งบ่อสุดท้ายซ้ำ และน้ำประปา พบว่า น้ำทิ้งมีพีเอช เท่ากับ 8.70 และ EC เท่ากับ 5 mS•cm^{-1} ซึ่งสูงกว่าน้ำประปาที่มี EC เท่ากับ 0.2 mS•cm^{-1} ปริมาณธาตุอาหารต่างๆ ได้แก่ ไนโตรเจน ในรูปของ NH_4^+ มากกว่า NO_3^- โดยมีปริมาณของ NH_4^+ น้อยกว่า 1,800 ppm และปริมาณ NO_3^- 20 ppm สำหรับธาตุอาหารที่จำเป็นชนิดอื่นเรียงจากมากไปน้อย พบว่าคลอไรด์ โซเดียม ฟอสฟอรัส แคลเซียม โพแทสเซียม ซัลเฟอร์ และแมกนีเซียม จำนวน 196 175 174 68 39 26 และ 24 ppm ตามลำดับ ซึ่งปริมาณของ NH_4^+ และ NO_3^- ในน้ำทิ้งเท่ากับในน้ำประปา แต่สำหรับธาตุอาหารอื่นๆในน้ำทิ้งมีปริมาณสูงกว่า นอกจากนี้ยังพบโลหะหนัก 5 ชนิดในน้ำทิ้ง ซึ่งปริมาณโลหะหนักที่พบเรียงจากมากไปน้อย คือ ตะกั่ว แคดเมียม ทองแดง โครเมียม และนิกเกิล มีปริมาณเท่ากับ 5,600 1,750 1,000 600 และ 350 ppb ตามลำดับ ถึงแม้ว่าปริมาณของโครเมียม แคดเมียม และตะกั่วที่พบในน้ำทิ้งสูงกว่าในน้ำประปา แต่ปริมาณทองแดงและนิกเกิลน้อยกว่าในน้ำประปา (Table 1)

จากการศึกษาโลหะหนัก 5 ชนิดที่สะสมในใบผักกาดหอมหลังการเก็บเกี่ยว อายุ 48 วัน แยกตามชนิดของโลหะหนัก (Table 2) ได้ดังนี้

1) โครเมียม พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำประปามีปริมาณโครเมียมต่ำกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง เมื่อเปรียบเทียบการสะสมโครเมียมของผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง (100:0) มีปริมาณโครเมียมสะสมสูง เท่ากับ 3,900 ppb และปริมาณของโครเมียมลดลงเมื่อมีสัดส่วนของน้ำทิ้งลดลง อย่างไรก็ตามปริมาณโครเมียมที่สะสมในผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งยังน้อยกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในดิน

2) แคดเมียม พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำประปามีปริมาณแคดเมียมน้อยกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง เมื่อเปรียบเทียบการสะสมแคดเมียมของผักกาดหอมที่ในน้ำทิ้งความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง (100:0) มีปริมาณแคดเมียมสูงที่สุดเท่ากับ 800 ppb และพบว่าปริมาณแคดเมียมสะสมในผักกาดหอมลดลงเมื่อใช้น้ำทิ้งในปริมาณที่ลดลง ในขณะที่ผักกาดหอมที่ปลูกในดินไม่พบการสะสมของธาตุแคดเมียม

3) ตะกั่ว พบว่า ปริมาณตะกั่วที่สะสมในผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง 5 ระดับแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.01$) ผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำประปามีปริมาณตะกั่วน้อยกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เมื่อเปรียบเทียบการสะสมตะกั่วของผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งระดับความเข้มข้นต่างๆ พบว่า ผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง (100:0) มีปริมาณตะกั่วสะสมสูงที่สุด คือ 4,670 ppb และปริมาณตะกั่วสะสมในผักกาดหอมลดลงเมื่อใช้น้ำทิ้งในปริมาณที่ลดลง โดยผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง:น้ำประปา (25:75) มีปริมาณตะกั่วสะสมต่ำที่สุด อย่างไรก็ตามปริมาณตะกั่วสะสมของผักกาดหอมที่ปลูกในไฮโดรโปนิคยังสูงกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในดิน

4) ทองแดง พบว่า ปริมาณทองแดงสะสมในผักกาดหอมแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำประปามีปริมาณทองแดงสูงกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง เมื่อเปรียบเทียบการสะสมทองแดงของผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งแต่ละระดับความเข้มข้น พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง:น้ำประปา (25:75) มีปริมาณทองแดงสูงที่สุด และผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง (100:0) มีปริมาณทองแดงต่ำที่สุด เท่ากับ 9,430 ppb ซึ่งพบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในดินมีปริมาณทองแดงต่ำกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในไฮโดรโปนิค ซึ่งเท่ากับ 7,100 ppb

5) นิกเกิล พบว่าปริมาณนิกเกิลสะสมในผักกาดหอมแตกต่างทางสถิติ ($p \leq 0.01$) โดยผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำประปามีปริมาณนิกเกิลสูงกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง เมื่อเปรียบเทียบการสะสมนิกเกิลของผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งแต่ละระดับ

ความเข้มข้น พบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง: น้ำประปา (25:75) มีปริมาณนิกเกิลสูงที่สุดเท่ากับ 910 ppb ในขณะที่ผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้ง (100:0) มีปริมาณนิกเกิลต่ำที่สุด คือ 210 ppb

จะเห็นได้ว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งมีปริมาณโครเมียม แคดเมียม และตะกั่วสูงกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำประปา และเมื่อใช้น้ำทิ้งมากขึ้นการสะสมโลหะ 3 ชนิดก็สูงขึ้นด้วย แต่อย่างไรก็ตามปริมาณโครเมียมของผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งต่ำกว่าในดิน สำหรับทองแดงและนิกเกิลให้ผลในทางตรงกันข้าม คือ ผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งน้อยกว่าในน้ำประปา และนิกเกิลของผักกาดหอมในน้ำทิ้งพบน้อยกว่าในดินด้วย

Table 1 ปริมาณธาตุอาหารพืชในน้ำทิ้งของโรงงานน้ำตาลทรายราชบุรี และน้ำประปา

	หน่วย	ปริมาณ	
		น้ำทิ้ง	น้ำประปา
pH		8.70	8.27
EC	$mS \cdot cm^{-1}$	5.00	0.20
NH_4^+	ppm	1,800.00	1,000.00
NO_3^-	ppm	20.00	10.00
P	ppm	174.00	0.40
K	ppm	39.00	3.51
Ca	ppm	68.20	26.80
Mg	ppm	24.60	5.53
SO_4^{2-}	ppm	26.40	29.28
Na	ppm	175.77	22.75
Cl	ppm	196.50	8.28
Cr	ppb	600.00	150.00
Cd	ppb	1,750.00	300.00
Pb	ppb	5,600.00	1,300.00
Cu	ppb	1,000.00	35,450.00
Ni	ppb	350.00	33,500.00

จากการศึกษาพบว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งมีปริมาณโครเมียม แคดเมียม และตะกั่วสูงกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำประปา และเมื่อใช้น้ำทิ้งมากขึ้นการสะสมโลหะ 3 ชนิดก็สูงขึ้นด้วย ผลการศึกษานี้สอดคล้องกับการศึกษาโดยวิไลภรณ์ (2523) ในผักกาดหอม พรพิมล (2530) ในธูปฤษี Varennes และคณะ (1996) ที่ศึกษาในมะเขือเทศ รวมทั้งการศึกษาในหญ้าแฝก โดย Truong และ Claride (1996) ซึ่งการที่โครเมียมและแคดเมียมสะสมในส่วนของลำต้นเหนือดินของผักกาดหอมมากอาจเนื่องมาจากธาตุทั้ง 3 ชนิดนี้เคลื่อนย้ายได้ดีในท่อน้ำ(วรกาย, 2541) สำหรับทองแดงและนิกเกิลให้ผลในทางตรงกันข้ามกับโครเมียม แคดเมียม และตะกั่ว โดยผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งมีการสะสมของนิเกิลและทองแดงน้อยกว่าในน้ำประปา เมื่อใช้น้ำทิ้งมากขึ้น หรือใช้น้ำประปาน้อยลง การสะสมของทองแดงและนิกเกิลในใบผักกาดหอมลดลง การที่เป็นเช่นนี้อาจเนื่องมาจากในน้ำประปามีโลหะหนักทั้ง 2 ชนิดนี้ปนเปื้อนมากกว่าในน้ำทิ้ง ซึ่งการทดลองครั้งนี้สอดคล้องกับการศึกษาของ Gadallah (1994) ที่ศึกษาอิทธิพลของน้ำทิ้งจากโรงงานอุตสาหกรรมในการปลูกทานตะวัน สำหรับนิกเกิลเป็นโลหะหนักชนิดเดียวที่พบสะสมในผักกาดหอมที่ปลูกในน้ำทิ้งน้อย โดยพบปริมาณใกล้เคียงกับผักในสิงคโปร์ (Wong และคณะ, 1991) แต่อย่างไรก็ตามปริมาณที่พบจากการศึกษานี้น้อยกว่าผักกาดหอมที่ปลูกในดิน อาจมีสาเหตุเนื่องมาจากการปนเปื้อนของทองแดงในวัสดุที่ใช้ปรับปรุงดิน และสารเคมีกำจัดศัตรูพืช

สรุปผล

ผักกาดหอมที่ปลูกในดินไม่มีการปนเปื้อนของแคดเมียมเลย อาจเนื่องมาจากพื้นที่ที่ทำการเกษตรไม่มีการปนเปื้อนของโลหะหนักชนิดนี้ หรืออาจใช้ปุ๋ยที่ไม่มีการปนเปื้อนของแคดเมียม สำหรับการสะสมตะกั่วในผักกาดหอมที่ปลูกในดินมีน้อยกว่า

ในน้ำทิ้ง เนื่องจากตะกั่วในดินส่วนใหญ่อยู่ในรูปที่ไม่ละลาย นอกจากดินมีสภาพเป็นกรดและตะกั่วส่วนใหญ่อยู่ในดินชั้นบน และมีการเคลื่อนย้ายลงสู่ดินชั้นล่างน้อยมาก สำหรับการสะสมทองแดงของผักกาดหอมที่ปลูกในดินก็พบว่ามีปริมาณน้อย เนื่องจากทองแดงมีการเคลื่อนย้ายไปยังส่วนยอด เมล็ดและผลได้น้อย และการเคลื่อนย้ายของทองแดงในดินก็มีต่ำด้วยเช่นกัน เพราะทองแดงถูกตรึงโดยอินทรีย์วัตถุและอนุภาคดินเหนียวได้ง่าย

Table 2 ปริมาณโลหะหนักที่สะสม (เมื่อครบอายุการเก็บเกี่ยว) ที่ปลูกในผักกาดหอมในระบบไฮโดรโปนิคโดยใช้น้ำทิ้งจากโรงงานผลิตน้ำตาลทราย

น้ำทิ้ง: ประปา	ปริมาณโลหะหนัก (ppb)[1/]				
	Cr	Cd	Pb	Cu	Ni
0:100	1900[d]	300[b]	170[c]	12560[a]	950[a]
25:75	2480[cd]	350[b]	2630[bc]	11570[b]	910[a]
50:50	2900[bc]	400[b]	3100[bc]	11410[b]	470[bc]
75:25	3460[ab]	550[b]	4480[a]	10060[c]	360[c]
100:0	3900[a]	800[a]	4670[b]	9430[c]	210[abc]
ปลูกในดิน	4300	0	1000	7100	2900

[1/] ตัวอักษรที่ต่างกันในคอลัมน์เดียวกันแตกต่างทางสถิติจากการเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยตามวิธี Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95

เอกสารอ้างอิง

พรพิมล ห่อสุวรรณ, 2530, การบำบัดโลหะหนักบางชนิดในน้ำเสียชุมชนโดยวิธีหญ้ากรอง, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 129 หน้า.

วรกาย อุส่าห์, 2541, ปริมาณธาตุโลหะหนักในพืชที่ปลูกโดยใช้วัสดุปลูกผสมระหว่างตะกอนน้ำเสียและดินในท้องที่จังหวัดเพชรบุรี, วิทยานิพนธ์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 139 หน้า.

วิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา, 2523, อิทธิพลของธาตุโลหะหนักบางอย่างที่มีต่อการเจริญเติบโตของพืชบางชนิด, วิทยานิพนธ์, จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 144 หน้า.

Gadallah, M. A. A., 1994, Effects of industrial and sewage waste water on the concentration of soluble carbon, nitrogen and some mineral element in sunflower plants, Journal of Plant Nutrition, 17(8): 1369-1384.

McMurtry, M. R., Sanders, D. C., Nelson, P. V. and Nash, A., 1993, Mineral nutrient concentration and uptake by tomato irrigated with recirculating aquaculture water as influenced by quantity of fish waste products supplied, Journal of Plant Nutrition, 16(3): 407-419.

Takeda, F., Adler, P. R., Glenn, D. M, Scheer, H., Lieten, F. and Dijkstra, J., 1997, Strawberry production linked to aquaculture wastewater treatment, Acta Horticulturae, 439: 673-677.

Truong, P. and Claride, J., 1996, Effect of heavy metals toxicities on vetiver growth, Resource Management Institute, Queensland, 9.

Varennes de A., Torres, M. O., Coutinho, J. F., Rocha, M. M. G. S. and Neto, M. M. P. M., 1996, Effect of heavy metals on the growth and miner composition of a nickel hyper accumulator, Journal of Plant Nutrition, 19(5): 669-676.

Wong, M. K., Lin, K. L., Lim, M. F. and Tan, S. B., 1991, Heavy metal in local vegetable, Technical Report No 4, Institute of Natural Sciences College of Graduate Studies, Nanyang University, 38.

ความสัมพันธ์ของพืชอาหารสัตว์ต่อคุณค่าทางอาหารของน้ำนมแพะ

Relationship of Forage on Nutrition Quality of Goat Milk

ทิพสุคนธ์ บุญรอด[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์[2]
Boonrod, T.[1], Kerdchoechuen, O. [1], Laohakunjit, N. [1] and Sornprasit, P.[2]

Abstract

Relationship of chemical composition of forage on nutrition quality of goat milk was studied at three goat raising farms. *Leucaena leucocaphala* was used at Farm1 and contents of crude protein (CP), crude fat (FF), and crude fiber (CF) were 21.0, 3.3 and 42.0% respectively. At Farm2; CP, FF and CF of forage from *Panicum maximum* and pineapple peel was 6.4, 1.0 and 26.5, respectively. *Leucaena leucocaphala* and *Brachiaria ruziziensis* were fed at Farm3, and CP, FF, and CF contents were 15.2, 2.5 and 38.1%, respectively. All three goat raising farms were used concentrated feed meal of which CP, FF and CF contents were 16.5, 5.5 and 22.5%. For nutrition quality, it was found that goat milk protein of Farm 1 was higher than Farm 3 and Farm 2 at 3.0, 2.9 and 2.7%, respectively. Lipid content of Farm 3 was higher than from Farm1 and 2 (at 4.5, 4.4 and 3.7%, respectively). However, glucose, fructose, sucrose, total sugar, total solids and ash contents of milk from three goat raising farms were not different. In this study, results showed that protein content in forage crops was not related to protein content in goat milk but fat content in goat milk was related to fat in forage crops.

Keywords : forage, goat milk, nutrition quality

บทคัดย่อ

การศึกษาความสัมพันธ์ของพืชอาหารสัตว์ต่อคุณค่าทางอาหารของน้ำนมแพะ จากฟาร์มเลี้ยงแพะของเกษตรกร จำนวน 3 ราย โดยฟาร์มที่ 1 ใช้กระถิน ซึ่งมีโปรตีน ไขมัน และเยื่อใยร้อยละ 21.0, 3.3 และ 42.0 ตามลำดับ ฟาร์มที่ 2 ใช้หญ้ากินนีและเปลือกสับปะรด โดยมีโปรตีน ไขมัน และเยื่อใย รวมกันร้อยละ 6.4, 1.0 และ 26.5 ตามลำดับ ส่วนฟาร์มที่ 3 ใช้กระถินและหญ้ารูซี่ ซึ่งมีโปรตีน ไขมัน และเยื่อใย รวมกันร้อยละ 15.2, 2.5 และ 38.1 ตามลำดับ สำหรับอาหารข้นที่ทั้ง 3 ฟาร์มใช้เลี้ยงแพะมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเยื่อใยร้อยละ 16.7 5.5 และ 22.5 ตามลำดับ และพบว่าปริมาณโปรตีนในน้ำนมแพะจากฟาร์มที่ 1 มีปริมาณสูงกว่า ฟาร์มที่ 3 และฟาร์มที่ 2 เท่ากับร้อยละ 3.0, 2.9 และ 2.7 ตามลำดับ ปริมาณไขมันในน้ำนมแพะพบว่าฟาร์มที่ 3 มีปริมาณสูงสุด รองลงมาคือ ฟาร์มที่ 1 และฟาร์มที่ 2 (ร้อยละ 4.5, 4.4 และ 3.7 ตามลำดับ) ปริมาณกลูโคส ฟรุกโตส ซูโคส น้ำตาลทั้งหมด ของแข็งทั้งหมด และเถ้าในน้ำนมแพะจากทั้ง 3 ฟาร์มไม่แตกต่างกัน ความสัมพันธ์ของพืชอาหารสัตว์ต่อคุณค่าทางอาหารของน้ำนมแพะพบว่าปริมาณโปรตีนในพืชอาหารสัตว์ไม่ส่งผลต่อปริมาณโปรตีนในน้ำนมแต่ปริมาณไขมันในอาหารมีผลต่อปริมาณไขมันในน้ำนมแพะ

คำสำคัญ : พืชอาหารสัตว์ น้ำนมแพะ คุณค่าทางอาหาร

คำนำ

น้ำนมแพะมีคุณค่าทางอาหารใกล้เคียงกับน้ำนมโค แต่มีคุณสมบัติเด่นกว่านมโค คือ ประกอบด้วยกรดไขมันสายสั้นจำนวนมากมีผลให้ไขมันกระจายตัวได้ดี ย่อยได้ง่าย ร่างกายสามารถดูดซึมนำไปใช้ประโยชน์ได้ดี (Haenlein, 2004) และน้ำนมแพะยังอุดมไปด้วยกรดอะมิโนหลายชนิดที่มีคุณค่าแก่ผู้สูงอายุ ผู้ป่วย และเด็กที่แพ้นมโค รวมทั้งมีแร่ธาตุที่สำคัญซึ่งเป็นส่วนประกอบที่สำคัญของกระดูกและฟัน เช่น แคลเซียม ฟอสฟอรัส จากคุณสมบัติที่ดีของน้ำนมแพะดังที่กล่าวมาแล้วในทางการแพทย์ได้นำกรดไขมันในน้ำนมแพะมาใช้ในการรักษาโรคต่างๆ เช่น โรคภาวะการดูดซึมสารอาหารบกพร่อง (mal-

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein Bangkok 10150
[2] ศูนย์วิจัยและพัฒนาอาหารสัตว์สัตว์แก้ว อำเภอคลองหาด จังหวัดสระแก้ว 27260
[2]Sa Kaew Animal Nutrition Research and Development Center, Khlong Had, Sa Kaew 27260

absorption syndrome) ลำไส้เล็กทำงานผิดปกติ (intestinal disorders) และโภชนาการของทารกคลอดก่อนกำหนด (premature infant nutrition) (Haenlein, 2004)

จากคุณสมบัติที่ดีของน้ำนมแพะส่งผลให้ในปัจจุบันมีผู้สนใจหันมาบริโภคนมแพะเพิ่มมากขึ้น อย่างไรก็ตามคุณค่าทางอาหารของน้ำนมแพะขึ้นอยู่กับปัจจัยหลายด้าน ได้แก่ 1) สายพันธุ์ 2) ชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยง 3) ฤดูกาล (Eknaes และ Skeie, 2005) ซึ่งชนิดของอาหารที่ใช้เลี้ยงแพะเป็นปัจจัยที่สำคัญที่สุดต่อคุณค่าทางอาหารของน้ำนมแพะและเป็นปัจจัยที่ควบคุมได้ยากที่สุด เนื่องจากแพะเป็นสัตว์ที่กินพืชอาหารไม่เลือก สามารถกินพืชได้ทุกชนิด (กรมปศุสัตว์, 2546) ซึ่งพืชอาหารสัตว์แต่ละชนิดจะมีระดับโภชนะที่แตกต่างกันออกไป ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงศึกษาถึงชนิดอาหารเลี้ยงแพะที่แตกต่างกันที่มีผลต่อคุณค่าทางอาหารของน้ำนมแพะ

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บตัวอย่างพืชอาหารสัตว์และน้ำนมแพะจากฟาร์มตัวอย่างจำนวน 3 ฟาร์ม ที่มีการใช้อาหารเลี้ยงแพะแตกต่างกัน ดังนี้ ฟาร์มที่ 1 ได้แก่ กระถินและอาหารข้น ฟาร์มที่ 2 ได้แก่ หญ้ากินนี เปลือกสับปะรด และอาหารข้น และฟาร์มที่ 3 ได้แก่ กระถิน หญ้ารูซี่ และอาหารข้น นำมาวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการ Plant and Soil คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี บางขุนเทียน โดยนำพืชอาหารมาวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมี ได้แก่ ปริมาณโปรตีน โดยวิธี Kjeldahl method (ดัดแปลงจาก AOAC, 1990) ปริมาณไขมัน โดยวิธี Soxhlet method (ดัดแปลงจาก AOAC, 1990) ปริมาณเถ้า (AOAC, 1990) ปริมาณเยื่อใย โดย acid detergent digestion (ดัดแปลงจาก AOAC, 1990) ปริมาณน้ำหนักแห้ง (ดัดแปลงจาก AOAC, 1990) และปริมาณความชื้น (ดัดแปลงจาก AOAC, 1990) สำหรับน้ำนมแพะเก็บที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ก่อนนำมาวิเคราะห์คุณค่าทางอาหาร ได้แก่ ปริมาณโปรตีน ปริมาณไขมันโดยวิธีของ Rose-Gottleib (ดัดแปลงจาก AOAC, 1990) ปริมาณน้ำตาล โดยวิธีของ Lin และคณะ (2004) ปริมาณของแข็งทั้งหมดในน้ำนม (AOAC, 1990) และปริมาณเถ้า (AOAC, 1990)

ผลและวิจารณ์ผล

ผลการวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์จากฟาร์มเลี้ยงแพะ 3 ฟาร์ม (Figure 1) พบว่าฟาร์มที่ 1 ใช้กระถินและอาหารข้น ซึ่งในกระถินมี วัตถุแห้ง (dry matter) ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า เท่ากับร้อยละ 38.8, 61.2, 21.0, 3.3, 42.0 และ 5.9 ตามลำดับ ฟาร์มที่ 2 ใช้หญ้ากินนี เปลือกสัปปะรด และอาหารข้น พบว่าหญ้ากินนีมี dry matter ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า เท่ากับร้อยละ 27.4, 72.8, 8.6, 0.9, 36.5 และ 9.1 ตามลำดับ และเปลือกสับปะรด พบว่ามี dry matter ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า เท่ากับร้อยละ 82.2, 17.8, 4.2, 1.1, 16.5 และ 5.1 ตามลำดับ และในฟาร์มที่ 3 ใช้กระถิน หญ้ารูซี่ และอาหารข้น พบว่ากระถินมี dry matter ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า เท่ากับร้อยละ 37.1, 62.8, 22.1, 3.2, 44.4 และ 6.0 ตามลำดับ และหญ้ารูซี่มี dry matter ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า เท่ากับร้อยละ 28.6, 72.4, 8.2, 1.6, 31.8 และ 9.3 ตามลำดับ ส่วนของอาหารข้นที่ทุกฟาร์มใช้ในการเลี้ยงแพะมีองค์ประกอบทางเคมี มี dry matter ความชื้น โปรตีน ไขมัน เยื่อใย เถ้า เท่ากับร้อยละ 84.2, 15.8, 16.7, 5.5, 22.5 และ 7.9 ตามลำดับ นอกจากนี้ยังพบว่า กระถินมี โปรตีน ไขมันและเยื่อใย สูงกว่าพืชอาหารสัตว์ชนิดอื่น ส่วนหญ้ากินนีและหญ้ารูซี่ มีโปรตีน ไขมัน และเยื่อใยเท่ากัน แต่เปลือกสับปะรดมีโปรตีน ไขมัน และเยื่อใยน้อยที่สุด ซึ่งกระถินเป็นพืชอาหารสัตว์ที่มีคุณค่าทางอาหารสูง โดยมีปริมาณโปรตีนสูงกว่าร้อยละ 7 ของน้ำหนักแห้ง ซึ่งถ้าระดับโปรตีนในพืชอาหารสัตว์ต่ำกว่าร้อยละ 7 จัดเป็นพืชที่มีคุณค่าทางอาหารต่ำ (วินัย, 2542) ระดับโปรตีนในพืชอาหารสัตว์นอกจากแตกต่างกันไปตามชนิดของพืชแล้ว ยังแตกต่างตามระยะเวลาในการเก็บเกี่ยวอีกด้วย การตัดบ่อยครั้งจะทำให้โปรตีนของพืชอาหารสัตว์เพิ่มขึ้น และช่วยการกระตุ้นการแตกหน่อ กิ่งก้านและสร้างใบใหม่อยู่เสมอ (กอบแก้ว, 2535) สำหรับปริมาณเยื่อใยในพืชอาหารสัตว์จะขึ้นกับอายุของพืชและจำนวนครั้งที่ตัด พืชที่มีอายุมากจะมีเยื่อใยสูง และอาหารที่มีเยื่อใยสูงส่งผลให้แพะกินอาหารได้มากขึ้น (วินัย, 2542) ในส่วนของอาหารข้นซึ่งเป็นอาหารที่มีความคุณค่าทางอาหารสูงแต่มีเยื่อใยต่ำ โดยเฉพาะมีปริมาณไขมันสูง (Eknaes และ Skeie,2005)

ผลการวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของน้ำนมแพะจากการเลี้ยงด้วยพืชอาหารสัตว์ที่แตกต่างกัน 3 ฟาร์ม (Figure 2) มีดังนี้ ปริมาณโปรตีนในน้ำนมแพะจากฟาร์มที่ 1 ที่เลี้ยงด้วย กระถินและอาหารข้น มีปริมาณโปรตีน (3.0%) ใกล้เคียงกับฟาร์มที่ 3 (2.9%) ที่เลี้ยงด้วยกระถิน หญ้ารูซี่ และอาหารข้น และฟาร์มที่ 2 ที่เลี้ยงด้วย หญ้ากินนี เปลือกสับปะรด และอาหารข้น มีปริมาณต่ำสุด (2.7%) ส่วนปริมาณไขมันในน้ำนมแพะพบว่าฟาร์มที่ 3 (4.5%) มีปริมาณใกล้เคียงกับฟาร์มที่ 1 (4.4%) และฟาร์มที่ 2 (3.7%) มีปริมาณต่ำสุด สอดคล้องกับงานของ Akingbade และคณะ (2004) ที่รายงานว่าปริมาณโปรตีนที่สูงหรือต่ำในพืชอาหารสัตว์และอาหารข้นไม่ส่งผลต่อปริมาณโปรตีนในน้ำนม แต่ปริมาณไขมันในน้ำนมแพะพบว่าฟาร์มที่ 3 ที่เลี้ยง

ด้วยกระถิน หญ้ารูซี่ และอาหารข้น มีปริมาณไขมันสูงที่สุด เนื่องจากเลี้ยงแพะด้วยอาหารที่มีปริมาณไขมันสูงจึงส่งผลต่อปริมาณไขมันในน้ำนมให้สูงด้วย (Figure 3) สอดคล้องกับการศึกษาของ Eknaes และ Skeie (2005) ที่รายงานว่าแพะที่เลี้ยงด้วยอาหารที่มีปริมาณไขมันสูงทำให้น้ำนมแพะมีปริมาณไขมันในน้ำนมสูงขึ้นด้วย ผลการวิเคราะห์ปริมาณกลูโคส ฟรุกโตส ซูโคส และน้ำตาลทั้งหมดในน้ำนมแพะ พบว่ามีปริมาณไม่แตกต่างกันโดยปริมาณน้ำตาลทั้งหมดมีปริมาณใกล้เคียงกันโดยฟาร์มที่ 2 (1.2%) มีปริมาณมากกว่าฟาร์มที่ 1 (1.1%) และฟาร์มที่ 3 (1.1%) สำหรับปริมาณของแข็งทั้งหมดในนมพบว่าฟาร์มที่ 3 (13.0%) มีปริมาณสูงกว่าฟาร์มที่ 1 (12.8%) และฟาร์มที่ 2 (12.3%) ส่วนปริมาณเถ้าพบว่ามีปริมาณไม่แตกต่างกันโดยฟาร์มที่ 1 (0.8%) ฟาร์มที่ 2 (0.7%) และฟาร์มที่ 3 (0.7%) มีปริมาณใกล้เคียงกัน จากการศึกษาพบว่าพืชอาหารสัตว์ที่ใช้เลี้ยงแพะมีปริมาณเยื่อใยสูงแต่ไม่ส่งผลต่อปริมาณของแข็งทั้งหมดในนมและปริมาณเถ้าในนมให้สูงขึ้นด้วย นอกจากนี้ปริมาณของแข็งทั้งหมดและเถ้าที่แตกต่างในแต่ละฟาร์มอาจเนื่องมาจากปัจจัยในการเลี้ยง ได้แก่ การจัดการด้านอาหาร สภาพแวดล้อมในการเลี้ยงดู (Boyazoglu และคณะ, 2005) แต่ทั้งนี้คุณค่าทางอาหารของน้ำนมแพะก็ยังขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์แพะ การจัดการด้านอาหาร และการจัดการเลี้ยงแพะ (Soryal และคณะ, 2005)

สรุปผล

การวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของพืชอาหารสัตว์ คือ กระถิน เปลือกสับปะรด หญ้ารูซี่ และหญ้ากินนี พบว่ากระถินมีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเยื่อใยสูงกว่าพืชอาหารสัตว์ชนิดอื่น ในส่วนของหญ้ากินนีและหญ้ารูซี่มีปริมาณโปรตีน ไขมัน และเยื่อใยใกล้เคียงกัน และเปลือกสับปะรดมีโปรตีน ไขมัน และเยื่อใยน้อยที่สุด การวิเคราะห์คุณค่าทางอาหารของน้ำนมแพะ ปริมาณโปรตีนในน้ำนมแพะจากฟาร์มที่ 1 มีปริมาณสูงสุด รองลงมา คือ ฟาร์มที่ 3 ส่วนฟาร์มที่ 2 มีปริมาณต่ำสุด และปริมาณไขมันพบว่าฟาร์มที่ 3 มีปริมาณสูงสุด รองลงมา คือ ฟาร์มที่ 1 ส่วนฟาร์มที่ 2 มีปริมาณต่ำสุด นอกจากนี้ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณของแข็งทั้งหมด และปริมาณเถ้าในน้ำนมแพะของทั้ง 3 ฟาร์มไม่แตกต่างกัน สำหรับความสัมพันธ์ของพืชอาหารสัตว์ต่อคุณค่าทางอาหารของน้ำนมแพะ ปริมาณโปรตีนในพืชไม่มีผลต่อปริมาณโปรตีนในน้ำนม แต่ปริมาณไขมันในน้ำนมแปรตามปริมาณไขมันในพืชอาหารสัตว์ ซึ่งปริมาณไขมันอาจเป็นพารามิเตอร์บ่งชี้คุณภาพด้านกลิ่นและรสชาติของน้ำนมแพะ

เอกสารอ้างอิง

กรมปศุสัตว์, 2546, การเลี้ยงแพะ, สำนักพิมพ์ชุมนุมสหกรณ์การเกษตรแห่งประเทศไทยจำกัด, กรุงเทพฯ, 35 หน้า.

กอบแก้ว ตรงคงสิน, 2535, พืชอาหารสัตว์เขตร้อน, โรงพิมพ์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง, กรุงเทพฯ, 282 หน้า.

วินัย ประลมพ์กาญจน์, 2542, การผลิตแพะเนื้อและแพะนมในเขตร้อน, โรงพิมพ์ ไทม์พริ้นติ้ง, นครศรีธรรมราช, 388 หน้า.

Akingbade, A. A., Nsahlai, I. V. and Morris, C. D., 2004, Reproductive performance, colostrum and milk constituents of mimosine-adapted south african nguni goats on *Leucaena leucocephala*-grass or natural pastures, Small ruminant research, 52(3): 253-260.

Boyazoglu, J., Hatziminaoglou, I. and Morand-Fehr, P., 2005, The role of the goat in society: Past, present and perspectives for the future, Small ruminant research, 60(3): 13-23.

Eknæs, M. and Skeie, S., 2005, Effect of different level of roughage availability and contrast levels of concentrate supplementation on flavour of goat milk, Small ruminant research, 66(3): 32-43.

Haenlein, G. F. W., 2004, Goat milk in human nutrition, Small ruminant research, 2(55): 155-163.

Soryal, K., Beyene, F. A., Zeng, S., Bah, B. and Tesfai, K., 2005, Effect of goat breed and milk composition on yield, sensory quality, fatty acid concentration of soft cheese during lactation, Small ruminant research, 2(52): 275-281.

Table 1 Chemical composition of forage crops.

Forage crops	Chemical composition (%)					
	dry matter	moister	protein	fat	fiber	ash
Leucaena leucocephala (farm 1)	39.42[b]	61.23[a]	21.03[a]	3.34[b]	42.03[a]	5.19[b]
Panicum maximum	27.65[d]	72.54[a]	8.64[c]	0.97[c]	36.50[b]	9.14[a]
Pineapple skin	82.21[a]	17.79[e]	4.21[d]	1.15[c]	16.52[e]	5.07[b]
Leucaena leucocephala (farm 3)	37.92[b]	62.85[c]	22.10[a]	3.27[b]	44.43[a]	6.05[b]
Brachiaria ruziziensis	29.67[c]	71.38[b]	8.22[c]	1.66[c]	31.81[c]	9.27[a]
Concentrate	84.34[a]	15.81[f]	16.76[b]	5.48[a]	22.52[d]	7.89[a]
F-test	**	**	**	**	**	**
LSD	0.90	0.80	2.14	0.94	2.73	1.56
C.V.(%)	36.27	0.89	8.90	20.05	4.75	12.13

(** $p<0.01$). Different letters correspond to statistically significant differences.

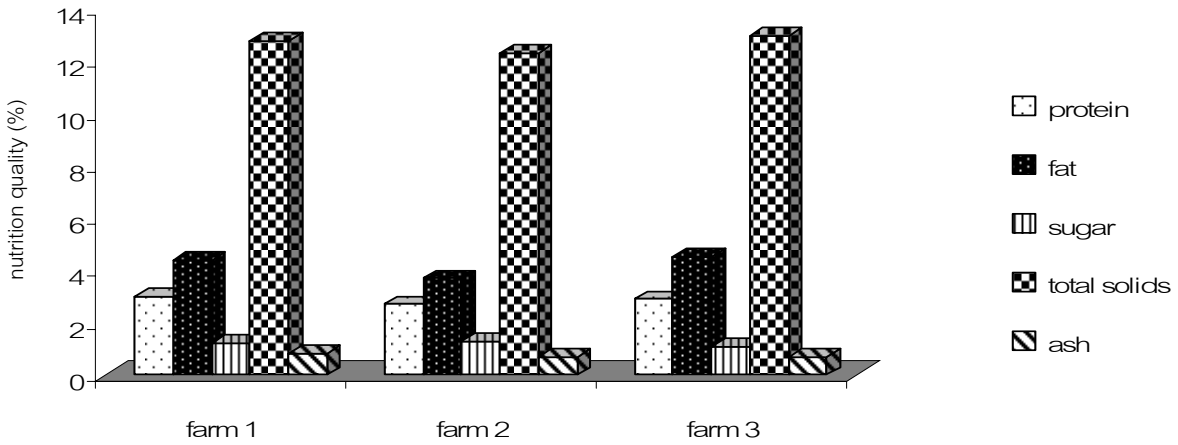


Figure 1 Milk composition (protein, fat, sugar, total solids and ash) from three goat raising farms.

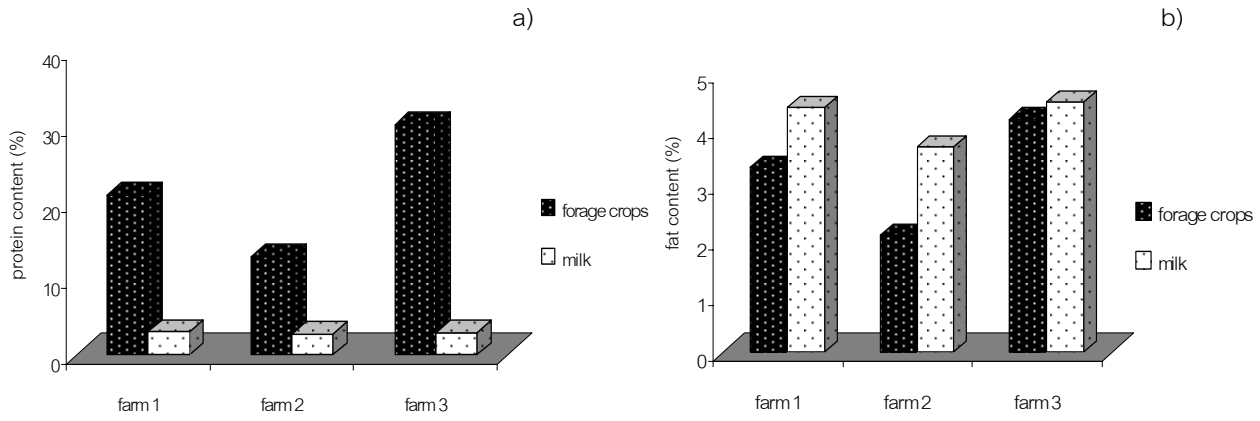


Figure 2 Relationship of a) protein content and b) fat content in forage crops on nutrition of goat milk.

องค์ประกอบของน้ำมันระเหยจากทำมัง (*Litsea petiotala*)

Volatile Composition of Essential Oils from Thammumg (*Litsea petiotala*)

ณภัทร พิมพ์ผะกา[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ อรพิน เกิดชูชื่น[1]

Pimpaka, N.[1], Laohakunjit, N.[1] and kerdchoechuen, O.[1/]

Abstract

The essential oils from leaves and stems of Thammung (*Litsea petiotala*) were obtained by simultaneous steam distillation/extraction (SDE) and hydrodistillation. The oils were analyzed by capillary gas chromatography and mass spectrometric detection (GC-MS). Twenty compounds were identified in the oil of *L. petiotala* parts from 2 extraction methods with 2-nonanone, 8-hydroxylinalool, 2-undecanone, cyclopropane as main components. However, % relative peak area of main constituents in different oil was not differed between the part of plant and extraction methods. Essential oils from fresh leaves and stems by SDE gave a higher %yield at 1.38 and 1.62%, respectively compared with %yield of essential oils by hydrodistillation of which 1.22 and 0.98%, respectively. Moreover, %yield of essential oils of their dried leaves (at 50°C) was greater than the fresh ones. SDE extraction gave higher yield than hydrodistillation and the yield of dried leaves and stems was 3.65 and 2.33%, respectively. The results also showed that the color and refractive index of essential oil was not different among fresh and dried Thammung samples isolated by two extraction methods.

Keywords : Thammung, *Litsea petiotala*, SDE, hydrodistillation, essential oil

บทคัดย่อ

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบและกิ่งของทำมัง (*Litsea petiotala*) ด้วยการกลั่นพร้อมสกัด (simultaneous steam distillation/extraction, SDE) และการต้มกลั่น (hydrodistillation) นำมาวิเคราะห์องค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยโดย gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) พบว่าองค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากกิ่งและใบทั้งสดและแห้งที่ได้จากการกลั่นทั้ง 2 วิธี มีองค์ประกอบของสารจำนวน 20 ชนิด โดยมีสารสำคัญ คือ 2-nonanone, 8-hydroxylinalool, 2-undecanone และ cyclopropane อย่างไรก็ตามไม่พบความแตกต่างของ % relative peak area ของสารสำคัญจากส่วนของทำมังที่นำมาใช้สกัดและวิธีการสกัด สำหรับ %yield ของน้ำมันหอมระเหยจากวิธี SDE ของใบสดและกิ่งสดเท่ากับ 1.38 และ 1.62% ตามลำดับ ซึ่งให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยสูงกว่าการต้มกลั่น ซึ่งให้ %yield เท่ากับ 1.22 และ 0.98% ตามลำดับ ส่วนการสกัดทำมังอบแห้งที่อุณหภูมิ 50°C ด้วยวิธี SDE ได้ปริมาณของน้ำมันหอมระเหยจากใบทำมังแห้ง และกิ่งทำมังแห้งเท่ากับ 3.65 และ 2.33% ตามลำดับ และสูงกว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบแห้งและกิ่งแห้งที่ได้จากสกัดด้วยวิธีการต้มกลั่นเช่นเดียวกับส่วนของทำมังสดนอกจากนี้ยังพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากใบและกิ่งทำมังสดและแห้งที่สกัดจากทั้ง 2 วิธีให้ค่าสีและค่า refractive index (RI) ไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : ทำมัง *Litsea petiotala* กลั่นพร้อมสกัด ต้มกลั่น น้ำมันหอมระเหย

คำนำ

ทำมัง (*Litsea petiotala*) เป็นต้นไม้ที่มีกลิ่นแมลงดาอยู่ในสกุล Litsea วงศ์ Lauraceae ไม้ในวงศ์นี้มีอยู่ถึง 400 ชนิด ที่รู้จักกันดี ได้แก่ อบเชย สะทิด ทัง บง ทำมังเป็นไม้ยืนต้นขนาดกลาง ลำต้นมีสีเทาถึงน้ำตาลมีกลิ่นฉุน ใบเป็นแบบใบเดี่ยว คล้ายใบขนุน ใบทู่จนถึงแหลม บนใบมีต่อมน้ำมันและมีกลิ่นหอมคล้ายแมลงดานา (ไชยา, 2542 และ ปิยะ, 2538) ใบทำมังสามารถนำมาเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสทดแทนสารเคมีสังเคราะห์ได้แก่ trans-2-hexenol acetate และ trans-2-hexenyl butyrate ที่มีกลิ่นคล้ายแมลงดานา รวมทั้งตัวแมลงดานาซึ่งปัจจุบันแมลงดานาในธรรมชาติมีปริมาณลดลง ดังนั้นงานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาวิธีการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากทำมังด้วยวิธี simultaneous steam distillation/extraction (SDE)

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Mu 8 Tein-talay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein Bangkok 10150

และวิธีการต้มกลั่น (hydrodistillation) และวิเคราะห์องค์ประกอบด้วยเครื่อง gas chromatography-mass spectrometry (GC-MS) เพื่อให้ได้น้ำมันหอมระเหยที่คุณสมบัติที่เหมาะเป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสและเพิ่มมูลค่าของทำมังต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำทำมังมาจากจังหวัดนครศรีธรรมราช โดยตัดกิ่งให้มีความยาว 60 เซนติเมตรจากปลายกิ่ง นำมาแยกใบและกิ่งออก แต่ละส่วนแบ่งเป็นชนิดสดและแห้ง ชนิดสดนำมาสกัดทันที ส่วนชนิดแห้งนำมาอบที่ อบที่อุณหภูมิ 50°C 24 ชั่วโมง นำทำมังแต่ละส่วนทั้งชนิดสดและแห้งมาสกัดด้วยวิธี SDE โดยใช้ diethyl ether เป็นตัวทำละลาย เปรียบเทียบกับวิธีการต้มกลั่น กลั่นเป็นเวลา 24 ชม. วิเคราะห์คุณสมบัติทางด้านกายภาพ-เคมีของน้ำมันหอมระเหยได้แก่ %yield (w/w) ค่าดัชนีหักเหของแสง (RI) ด้วยเครื่อง hand-held refractometer ค่าการหมุนจำเพาะของสาร (specific rotation, $[\alpha]^t_\lambda$) ด้วยเครื่องโพลาริมิเตอร์ (polarimeter) ค่า boiling point (b.p.) ของน้ำมันหอมระเหยด้วยวิธี Equilibrium Reflux Boiling Point และ สีน้ำมันหอมระเหยด้วยเครื่องวัดสี (chromameter) และวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากทำมัง โดยเครื่อง GC-MS รุ่น GC 8060 MS ของ Fisons Instrument ใช้ column DB5 (capillary column, 30-m × 0.25-mm i. d., 0.25 μm film thickness) มีสภาวะดังนี้ initial oven temperature 70°C เพิ่มอัตรา 4 °C/min จนถึง 100 °C เพิ่ม 2°C/min จนถึง 140°Cและเพิ่มอัตรา 10°C/min จนถึง 250°C ใช้ helium gas เป็น carrier gas และ identify สารเทียบกับ NIST-MS และ Wiley Library และนำมาเทียบกับค่า retention index (R.I.) ที่ได้จากสาร n-alkanes (C11-C15)

ผล

การวิเคราะห์องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากใบและกิ่งทำมังทั้งชนิดสดและแห้งที่ได้จากการสกัด SDE และการต้มกลั่นพบว่ามีองค์ประกอบ 20 ชนิด แต่มีสารสำคัญ 8 ชนิด คือ 2-nonanone, 8-hydroxylinalool, 2-undecanone, cyclopropane, caryophyllene, methyllenecyclooctane, farnesene, 4-cyclopropylnorcarane และ cyclohexene ซึ่ง %relative peak ไม่แตกต่างกันตามวิธีการสกัดและส่วนของพืชที่นำมาสกัดทั้งชนิดสดและแห้ง (Table1 และ Fig 1) การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากใบและกิ่งของทำมังทั้งชนิดสดและแห้งพบว่าการสกัดด้วยวิธี SDE ให้ % yield มากกว่าการสกัดด้วยวิธีการต้มกลั่น โดย % yield ของน้ำมันหอมระเหยสกัดด้วยวิธี SDE จากใบสด กิ่งสด และใบแห้ง กิ่งแห้ง มีค่าเท่ากับ 1.385, 1.621 % w/w (wb.) และ 3.651, 2.336 % w/w (d.b.) ตามลำดับ ส่วนน้ำมันหอมระเหยสกัดด้วยวิธีต้มกลั่นมี % yield จากใบสดและกิ่งสด และใบแห้งและกิ่งแห้ง เท่ากับ 1.228 และ 0.984 % w/w (wb.) และ 3.329 และ 1.839 % w/w (d.b.) ตามลำดับ (Table 2) น้ำมันหอมระเหยจากการสกัดทั้งสองวิธีทั้งจากกิ่งและใบทำมังสดและแห้งมีค่า RI ของน้ำมันหอมระเหย ค่าการหมุนจำเพาะ และค่า b.p. มีค่าใกล้เคียงกัน โดย RI มีค่าระหว่าง 1.431-1.439 ส่วนค่าการหมุนจำเพาะ (-11.00) ถึง (-10.25) และค่า b.p. 149-180 (Table 2)

วิจารณ์ผล

น้ำมันหอมระเหยจากทำมังทั้งสดและแห้งโดยการสกัดด้วยวิธี SDE และการต้มกลั่นได้สารสำคัญไม่แตกต่างกัน โดยสารที่สกัดได้มี odor description แบบ sweet และ pungent เป็นลักษณะสำคัญของกลิ่นแมลงดานา ซึ่งสอดคล้องกับสมบัติทางกายภาพของน้ำมันหอมระเหยทำมัง การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากทำมังสดและแห้งทั้งส่วนใบและกิ่งโดยวิธี SDE ให้ปริมาณ %yield มากกว่าวิธีการต้มกลั่นเนื่องจากการสกัดด้วยวิธี SDE มีการใช้ตัวทำละลายร่วมในการสกัดจึงทำให้สารหอมระเหยที่มีขั้ว (polar) และไม่มีขั้ว (non-polar) ถูกสกัดออกมา ส่วนค่า RI ค่าการหมุนจำเพาะ และ boiling point ของน้ำมันหอมระเหยของทำมังสดและแห้งจากการสกัดด้วยวิธี SDE และต้มกลั่นให้ค่าใกล้เคียงกัน แสดงว่าน้ำมันหอมระเหยที่ได้มีสารประกอบและคุณสมบัติคล้ายคลึงกัน (Hay และ Waterman, 1993) ค่า b.p. ของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มีค่าสูงกว่า b.p ของน้ำ แสดงว่าวิธีการสกัดโดยใช้การกลั่นไม่ทำให้สารหอมระเหยสำคัญต่างๆ สูญเสียไปในระหว่างการสกัด นอกจากนี้น้ำมันหอมระเหยทำมังที่ได้ยังมี odor profile ที่ดีใกล้เคียงกับทำมังสดที่นำมาใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสในอาหาร

สรุปผล

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากทำมังสามารถสกัดโดยใช้วิธี SDE และการต้มกลั่น และทำมังที่นำมาใช้สกัดสามารถใช้ได้ทั้งส่วนของใบและกิ่ง แต่ถ้าต้องการให้ได้ % yield สูง ควรนำทำมังมาอบลดความชื้นก่อน องค์ประกอบของน้ำมันหอมระเหยจากทำมังคือ 2-nonanone, 8-hydroxylinalool, 2-undecanone, cyclopropane, caryophyllene,

methyllenecyclooctane, farnesene, 4-cyclopropylnorcarane และ cyclohexene ส่วนของใบมี % relative peak area ขององค์ประกอบน้ำมันหอมระเหยสูงกว่าส่วนของกิ่ง

เอกสารอ้างอิง

ไชยา อุ้ยสูงเนิน, 2542, การเพาะเลี้ยงแมลงดานา, พิมพ์ครั้งที่ 4, ฐานเกษตรกรรม, นนทบุรี, 61 หน้า.

ปิยะ เฉลิมกลิ่น, 2538, ต้นไม้กลิ่นแมงดา, วิทยาศาสตร์สำหรับเยาวชน 8, สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย, กรุงเทพฯ, หน้า 100-101.

Hay, R. K. H. and Waterman, P. G., 1993, The chemistry of volatile oils and trend aspect volatile oil crops, Longman Scientific & Technical, London, pp. 47-62.

Table 1 Volatile compounds of essential oil from Thammung (*Litsea petiotala*) extracted by SDE and hydrodistillation.

compounds	% relative peak area								odor description
	SDE				hydrodistillation				
	fresh		dried (at 50°C)		fresh		dried (at 50°C)		
	leaves	stems	leaves	stems	leaves	stems	leaves	stems	
2-nonanone	1.25	2.1	1.45	0.95	1.86	1.77	2.01	0.52	fruity
8-hydroxylinalool	40.25	46.24	49.52	42.75	40.39	35.42	54.96	39.08	pungent,
2-undecanone	20.98	22.02	25.76	22.9	24.71	32.92	29.18	24.25	sandy
cyclopropane	6.63	9.88	-	12.3	4.96	-	-	6.24	sweet
caryophyllene	3.46	2.08	-	-	2.29	2.18	1.77	1.03	wood, spice
methyllenecyclooctane	5.72	7.77	16.28	8.94	9.91	17.89	8.68	11.15	woody
farnesene	1.86	1.18	5.43	1.88	2.14	7.75	1.78	7.04	woody, citrus,
4-cyclopropylnorcarane	5.48	8.73	-	10.28	2.96	-	-	9.72	-
cyclohexene	14.37	-	1.56	-	10.78	2.07	1.62	0.97	sweet

Table 2 Physical properties of essential oil from Thammung (*Litsea petiotala*) extracted by simultaneous steam distillation / extraction (SDE) and hydrodistillation .

characteristics	extraction	part	%yield	b.p.	specific rotation	RI	color		
							L	a	b
fresh	SDE	leaves	1.385	152-180	(-11.50) - (-11.00)	1.439	35.7	-1	5.2
		stems	1.621	153-182	(-12.35) - (-10.50)	1.431	36.1	-2.8	4.7
	hydrodistillation	leaves	1.228	152-180	(-11.50) - (-10.25)	1.438	36.8	-1.7	3.6
		stems	0.984	149-151	(-10.50) – (-10.25)	1.436	36.3	-1.3	3.9
dried	SDE	leaves	3.651	156-182	(-11.00) – (-8.20)	1.435	36	-0.1	3.3
		stems	2.336	153-170	(-11.50) – (-8.50)	1.438	36.7	-1.1	3.6
	hydrodistillation	leaves	3.329	138-152	(-12.50) – (-10.25)	1.449	37.7	-1.6	3.8
		stems	1.839	149-153	(-10.00) – (-8.50)	1.439	37.2	-1.6	3.9

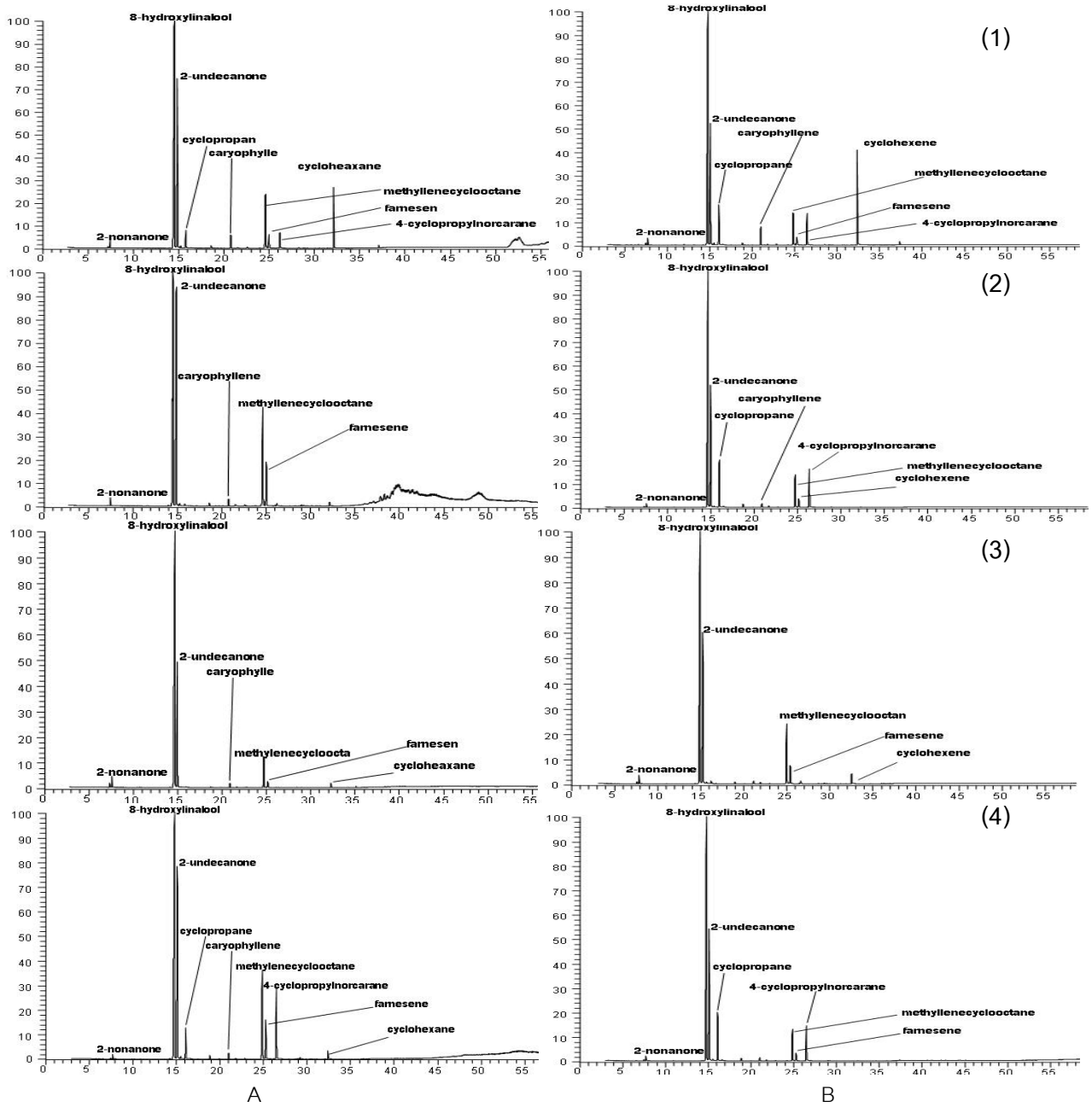


Figure 1 Composition of the volatile compounds from Thammung (*Litsea petiotala*) (1) fresh leaves, (2) fresh stems, (3) dried leaves and (4) dried stems extracted by gas chromatography - mass spectophotometry (GC-MS) extracted with (A) simultaneous steam distillation/extraction (SDE) and (B) hydrodistillation.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 185-188 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 185-188 (2550)

การเปลี่ยนแปลงของ oil gland ในระหว่างการเกิดอาการสะท้านหนาวในใบโหระพา

Change of Oil Gland During Chilling Injury Development of Sweet Basil Leave

ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ[1] และ วาริช ศรีละออง[1]
Pongprasert, N.[1] and Srilaong, V.[1]

Abstract

In order to study the changes of oil gland during chilling injury (CI) development, sweet basil (*Ocimum basilicum* L.) leaves were divided into young and mature leaves then stored at 4 and 10°C. The degree of CI was developed at 4 °C while leave kept at 10°C were not occured. Mature leaves showed higher sensitivity and severity of CI symptoms compared to young leaves. In additions, the changes of oil gland of sweet basil leaves during different severity of CI development were observed using microscopy. The CI symptoms of sweet basil leaves initially results from disfunction of oil gland after leaves were subjected to CI temperature. The browning spots were observed in the position of oil gland then expanded to beside cell of leaves through CI development. Moreover, the numbers of oil glands of mature leaves were more fully developed results in higher sensitive to CI compared with young leaves.

Keywords : sweet basil, chilling injury, oil gland

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ oil gland ในระหว่างการเกิดอาการสะท้านหนาวในใบโหระพา โดยทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส และเปรียบเทียบการเกิดอาการสะท้านหนาวตลอดจนการเปลี่ยนแปลงของ oil gland ระหว่างใบอ่อนและใบแก่ จากการศึกษาพบว่า การเก็บรักษาใบโหระพาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสนั้นไม่พบการเกิดอาการสะท้านหนาว นอกจากนี้ใบแก่ยังมีความไวและแสดงอาการสะท้านหนาวที่รุนแรงกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับใบอ่อน ซึ่งเมื่อทำการศึกษาการเปลี่ยนแปลงของ oil gland ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ที่แสดงความรุนแรงของอาการสะท้านหนาวต่างกัน พบว่าอาการสะท้านหนาวในใบโหระพานั้นเริ่มจากความผิดปกติของ oil gland ซึ่งในระยะแรกเริ่มเป็นจุดสีน้ำตาลขนาดเล็กและขยายใหญ่ขึ้นตามระดับความรุนแรงของอาการสะท้านหนาว นอกจากนี้การเจริญและพัฒนาที่แตกต่างกันของ oil gland ยังส่งผลต่อความไวและความรุนแรงของอาการสะท้านหนาว โดยในใบแก่ที่มีการเจริญและพัฒนาของ oil gland ที่สมบูรณ์กว่าเป็นผลให้มีความไวและแสดงอาการสะท้านหนาวรุนแรงกว่าใบอ่อน

คำสำคัญ : โหระพา อาการสะท้านหนาว ต่อมน้ำมัน

คำนำ

ในปัจจุบันปริมาณและมูลค่าของสินค้าพืชสมุนไพรมีแนวโน้มสูงขึ้น โดยเฉพาะพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติให้กลิ่นและรส ซึ่งโหระพา (*Ocimum basillicum*) จัดเป็นพืชสมุนไพรชนิดหนึ่งที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายทั้งในประเทศและต่างประเทศ และด้วยคุณสมบัติของโหระพาที่สามารถให้กลิ่นรสที่มีเอกลักษณ์เฉพาะตัวจึงมีการนำโหระพาไปใช้ประโยชน์ในหลายลักษณะ เช่น การบริโภคสด การแปรรูปเป็นโหระพาแห้ง หรือ การสกัดน้ำมันหอมระเหยเป็นต้น (Bagamboula และคณะ, 2004, Putievsky และ Galambosi, 1999)

อย่างไรก็ตามโหระพาเป็นพืชที่มีปัญหาภายหลังการเก็บเกี่ยว เนื่องจากโหระพาเป็นพืชที่มีไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวหากทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ ซึ่งอุณหภูมิที่เหมาะสมในการเก็บรักษาโหระพาโดยไม่เกิดอาการสะท้านหนาวอยู่ระหว่าง 10-15 องศาเซลเซียส (Lange และ Cameron, 1994) ขณะที่สาเหตุของการเกิดอาการสะท้านหนาวในโหระพานั้นยัง

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's Univesity of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-tala Rd., Tha-Kham, Bangkhuntein, Bangkok, 10150

ไม่ทราบแน่ชัด ดังนั้นในการการทดลองนี้จึงทำการศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำในการเก็บรักษาต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวโดยมุ่งเน้นการสังเกตุการเปลี่ยนแปลงของต่อมน้ำมันบนใบโหระพาทั้งก่อนและภายหลังการเกิดอาการสะท้านหนาว

อุปกรณ์และวิธีการ

นำโหระพาที่ได้มาจากสวนของเกษตรกรขนส่งมายังห้องปฏิบัติการสายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ทันทีที่มาถึงยังห้องปฏิบัติการทำการ pre-cooling โดยการจุ่มในน้ำเย็นที่อุณหภูมิ 10 ± 2 องศาเซลเซียส ที่มีส่วนผสมของโซเดียมไฮโปคลอไรด์ความเข้มข้น 100 ppm เพื่อเป็นการลดอุณหภูมิที่ติดมากับผลิตผลและลดปริมาณเชื้อจุลินทรย์แล้วทิ้งไว้จนสะเด็ดน้ำ หลังจากนั้นทำการเด็ดเลือกใบโหระพาโดยแยกเป็น 2 ส่วนคือ ส่วนยอด (จำนวนใบอ่อนใน 1 ยอด 3-4 ใบ) และใบแก่ แล้วทำการบรรจุในกล่องพลาสติกใส (clam shell boxes) หลังจากนั้นนำไปเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 และ 10 องศาเซลเซียส ทำการวิเคราะห์ผลการทดลองทุกวันเป็นระยะเวลา 7 วัน โดยวางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design (CRD)

สำหรับการบันทึกการทดลอง มีดังต่อไปนี้

ดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาว ทำการตรวจวัดโดยการให้คะแนนการเกิดอาการสะท้านหนาว ในระหว่างการเก็บรักษา ซึ่งแบ่งคะแนนตามระดับความรุนแรงของอาการ 5 ระดับ (1-5) ดังนี้ 1 ไม่แสดงอาการสะท้านหนาว 2 แสดงอาการโดยสังเกตุเห็นเป็นจุดสีน้ำตาลกระจายทั่วไป 3 แสดงอาการเป็นปื้นสีน้ำตาลร้อยละ 30 ของพื้นที่ใบทั้งหมด 4 แสดงอาการเป็น ปื้นสีน้ำตาลร้อยละ 30-50 ของพื้นที่ใบทั้งหมด 5 แสดงอาการเป็นปื้นสีน้ำตาลมากกว่าร้อยละ 50 ของพื้นที่ใบทั้งหมด จากนั้นนำคะแนนที่ได้มาคำนวณเป็นดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาว

$$\text{ดัชนีการเกิดอาการสะท้านหนาว} = \sum \frac{(\text{ระดับคะแนน} \times \text{จำนวนใบที่เกิดอาการ})}{\text{จำนวนใบทั้งหมด}}$$

ปริมาณคลอโรฟิลล์ นำใบโหระพามาวัดปริมาณคลอโรฟิลล์โดยเครื่อง Chlorophyll meter (Minolta SPAD-502) โดยรายงานผลในหน่วย SPAD Units

การเปลี่ยนแปลงลักษณะของต่อมน้ำมัน การศึกษาการเปลี่ยนแปลงลักษณะของต่อมน้ำมัน โดยการสุ่มตัดชิ้นส่วนของใบโหรพาในแต่ละการทดลอง มาทำการส่องภายใต้กล้องจุลทรรศน์ (Nikon รุ่น ECLIPSE TE-2000U) ที่กำลังขยาย 400 เท่า และถ่ายภาพเปรียบเทียบลักษณะของต่อมน้ำมันก่อนและภายหลังเกิดอาการสะท้านหนาว

ผลและวิจารณ์

จากการศึกษาผลของอุณหภูมิต่ำต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวของใบโหระพา พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว ซึ่งพบอาการสะท้านหนาวได้ตั้งแต่ระยะ 1 วันภายหลังการเก็บรักษา โดยในระยะแรกเกิดเป็นจุดสีน้ำตาลและเพิ่มระดับความรุนแรงของอาการตามระยะเวลาในการเก็บรักษา ในขณะที่การเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียสนั้นไม่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว นอกจากนี้ยังพบว่าใบแก่นั้นมีความไวและแสดงอาการสะท้านหนาวรุนแรงมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับใบอ่อน (Figure 1)

การเปลี่ยนแปลงปริมาณคลอโรฟิลล์ของใบโหระพาระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ พบว่าการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส ซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาวนั้น มีปริมาณคลอโรฟิลล์ที่ต่ำกว่าโหระพาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส ตลอดอายุการเก็บรักษา ผลการทดลองนี้สอดคล้องกับรายงานของ Havaux และ Lannoye (1984) ที่กล่าวว่าการยับยั้งกระบวนการสังเคราะห์แสงของพืชที่ไวต่ออาการสะท้านหนาวนั้น เป็นการตอบสนองของพืชเมื่อได้รับอุณหภูมิต่ำที่ก่อให้เกิดอาการสะท้านหนาว ดังนั้นใบโหระพาที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส จึงมีปริมาณคลอโรฟิลล์ต่ำกว่าและส่งผลให้ความสามารถในการสังเคราะห์แสงลดลงเช่นเดียวกัน

เป็นที่ทราบกันดีว่าโหระพาเป็นพืชสมุนไพรที่มีคุณสมบัติให้กลิ่นรสที่ได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย ซึ่งกลิ่นของโหระพาสร้างถูกสร้างขึ้นภายในต่อมน้ำมันและถูกปลดปล่อยออกมาเมื่อต่อมน้ำมันมีการพัฒนาเต็มที่ จากการศึกษาของ David และคณะ(2001) พบว่าสารที่เป็นองค์ประกอบสำคัญภายในต่อมน้ำมันประกอบด้วย eugenol, methylchavicol และสารประกอบฟีนอลอื่นๆ ซึ่งรวมไปถึงเอนไซม์โพลีฟีนอลออกซิเดส ซึ่งเป็นเอนไซม์ที่มีบทบาทสำคัญในการเปลี่ยนแปลงเป็นสีน้ำตาลของเนื้อเยื่อพืช (Mayer, 1987) ซึ่งจาก Figure 2A เห็นได้ว่าในใบโหระพาที่ไม่แสดงอาการสะท้านหนาวนั้น ต่อมน้ำมันมีลักษณะปกติคือมีรูปร่างกลมสีเขียวอ่อน แต่เมื่อทำการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียสซึ่งเป็นอุณหภูมิที่ทำให้เกิด

อาการสะท้านหนาวพบว่าต่อมน้ำมันบนพื้นผิวของใบโหระพามีการแตกออก สังเกตได้จากผิวของต่อมน้ำมันเป็นรูปกากบาท (Figure 2B) น้ำมันบางส่วนในต่อมน้ำมันถูกปลดปล่อยออกมาสัมผัสกับอากาศจึงเป็นผลให้เกิดจุดสีน้ำตาลขึ้น และการเกิดสีน้ำตาลจะชัดเจนและรุ่นแรงขึ้นตามระยะเวลาการเก็บรักษา

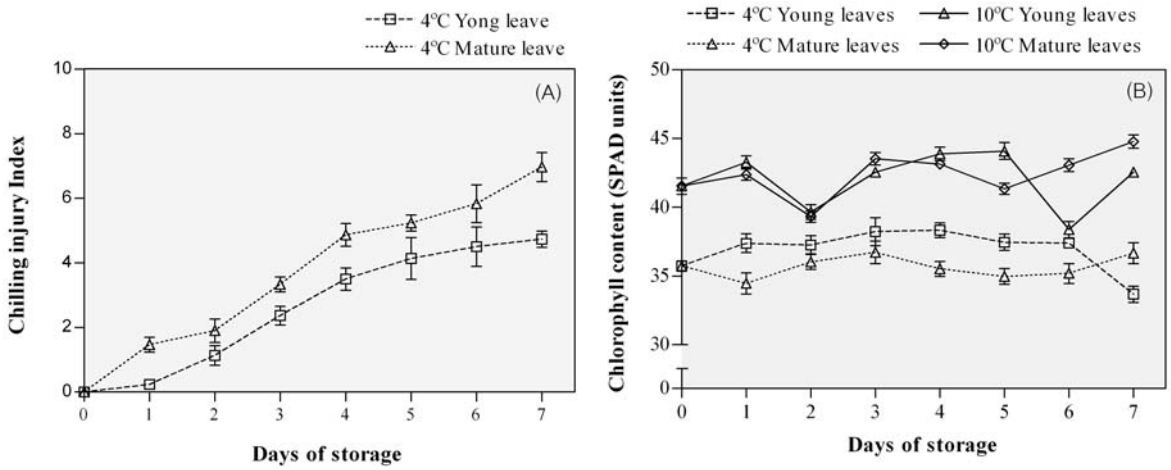


Figure 1 Changes in the chilling injury index (A) and chlorophyll content (B) of sweet basil leaves during stored at low temperature (4 and 10°C) with different maturity. Vertical bars were standard errors of samples. (A weighted average of CI assessments (A) in 10 leaves is presented).

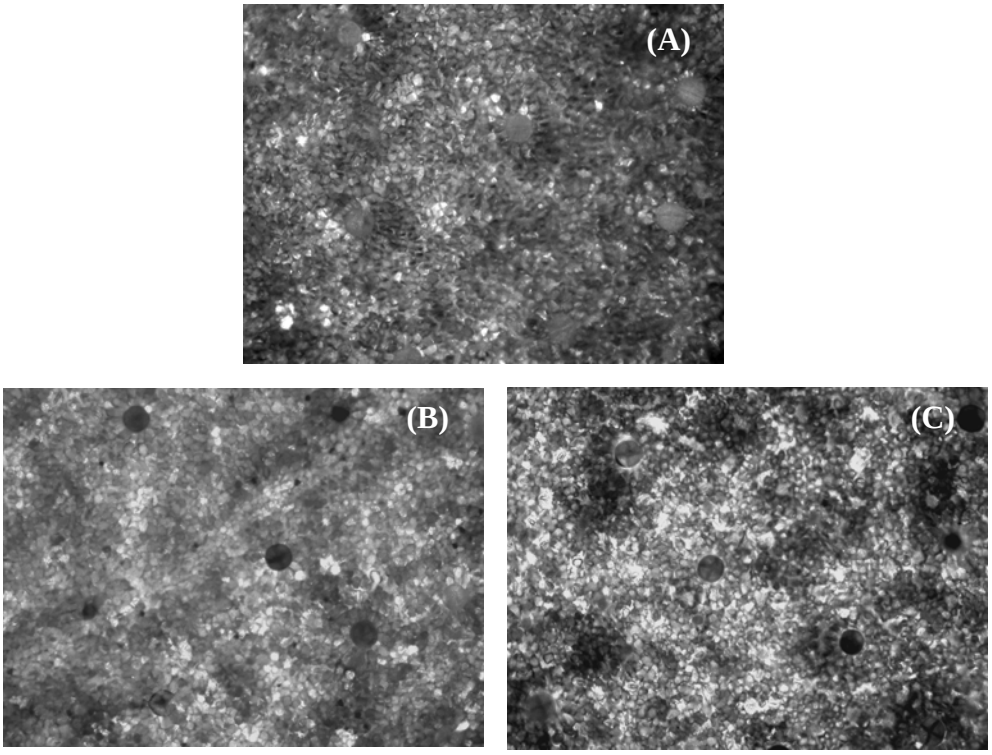


Figure 2 Appearance of sweet basil oil glands during stored at chilling injury temperature (4°C). Each figure shows different in severity of chilling injury symptoms (A; no chilling injury symptom, B; mild symptom and C; severe symptom).

สรุปผล

จากการศึกษาพบว่าอาการสะท้านหนาวในใบโหระพานั้นมีสาเหตุเกิดจากความผิดปกติของต่อมน้ำมันภายหลังจากได้รับอุณหภูมิต่ำที่ทำให้เกิดอาการสะท้านหนาว นอกจากนี้ยังพบว่าใบแก่ยังมีความไวต่อการเกิดอาการสะท้านหนาวมากกว่าเมื่อเปรียบเทียบกับใบอ่อน

เอกสารอ้างอิง

Bagamboula,C. F., Uyttendaele, M. and Debevere, J., 2004, Inhibitory effect of thyme and basil essential oils, carvacrol, thymol, estragol, linalool and *p*-cymene towards *Shigella sonnei* and *S.flexneri*. Food Microbiology, 21: 33-42.

David, R., Gang, J. W., Natalia, D., Kyoung, H. M., James E. S., Efraim, L. and Eran, P., 2001, An Investigation of the storage and biosynthesis of phenylpropenes in sweet basil. Plant Physiology, 125: 539-555.

Havaux, M. and Lannoye, R., 1984, Effects of chilling temperatures on prompt and delayed chlorophyll fluorescence in maize and barley leaves. Photosynthetica,18: 117-127.

Lange, D. L. and Cameron, A. C., 1994, Postharvest shelf life of sweet basil (*Ocimum basillicum*), HortScience, 32: 102-103.

Mayer, A. M., 1987, Polyphenol oxidases in plants recent progress, Phytochemistry, 26: 11–20.

Putievsky, E. and Galambosi, B., 1999, Production systems of sweet basil, In: Hiltunen, R. and Holm, Y. (eds.). Basil: the genus Ocimum. Harwood Academic Publ., Amsterdam, pp. 9-66.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 189-192 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 189-192 (2550)

ผลของการตัดแต่งช่อดอกและการไว้ช่อผลต่อผลผลิตและคุณภาพผลผลิตของลองกอง (*Aglaia dookkoo* Griff.)

Effects of Spike Thinning and Fruit Load on Longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) Yield and Fruit Qualities.

ทรงเมท สังข์น้อย[1] และมงคล แซ่หลิม[1]

Soungnoi, S.[1] and Lim, M.[1]

Abstract

The effect of fruit load on the yield and quality of longkong fruits was established in a farmer's orchard at Tambol Thamoung, Amphur Thepha, Songkhla Province. Thirty-two of 11-year longkong trees were used. The experiment was factorial in CRD with 4 replication. There were 2 factors; type of tree (grafting and seeding tree) and fruit load which was arranged as 4 levels : T1 (100-110 fruit clusters tree^{-1}), T2 (300-310 fruit clusters tree^{-1}), T3 (500-510 fruit clusters tree^{-1}) and T4 (non-hand-thinning:control). It was found that the yield of trees seeding were slightly higher than grafting tree and the fruit quality was not significantly difference. Among treatments, T2 gave highest standard class I and the yield was 163.3 kg tree^{-1} While the lowest yield was found in T4 (73.25 kg tree^{-1}). It was remarkable that the T4 exhibited fruit drop responses to small fruit clusters, fruit cracks, and low quality. This suggests the optimum fruit load of 11 year of longkong tree was 300-310 fruit cluster tree^{-1}

Keywords : fruit load, quality, longkong

บทคัดย่อ

การศึกษาผลการตัดแต่งดอกลองกองต่อผลผลิตลองกอง ในระดับต่างๆกันโดยทำการทดลองในสวนของเกษตรกร อำเภอเทพา จังหวัดสงขลา ใช้ต้นลองกองอายุ 11 ปี จำนวน 32 ต้น วางแผนการทดลองแบบสุ่มตลอด (Completely Randomized Design : CRD) จัดทรีตเมนต์ แบบแฟคทอเรียล 2 ปัจจัยโดยปัจจัยที่ 1 ชนิดของต้นพันธุ์คือต้นลองกองเสียบยอด และต้นลองกองเพาะเมล็ด ปัจจัยที่ 2 การไว้ผลในระดับต่างกัน 4 ระดับ (ทรีตเมนต์) และ 4 ซ้ำ(ต้น) คือ ต้นที่ตัดแต่ง และไว้ผล 100-110 ช่อต่อต้น (T1), ต้นที่ตัดแต่งและไว้ผล 300-310 ช่อต่อต้น (T2), ต้นที่ตัดแต่ง และไว้ผล 500-510 ช่อต่อต้น (T3), ต้นที่ไม่ตัดแต่งช่อดอก (T4 :control) ผลการทดลองพบว่า ต้นที่ปลูกด้วยเมล็ดมีการติดผลสูงกว่าต้นเสียบยอดเล็กน้อย และด้านคุณภาพผลของต้นเสียบยอด และต้นเพาะเมล็ดไม่มีความแตกต่างกันในทางสถิติ ในต้น T2 ให้ปริมาณผลผลิตเกรด 1 สูงสุด ให้น้ำหนักผลผลิต 163.3 กิโลกรัมต่อต้น ในขณะที่ T4 ให้น้ำหนักผลผลิตต่ำที่สุด 73.25 กิโลกรัมต่อต้น มีการร่วงของผลมาก ทำให้ช่อผลเล็ก ผลแตก และผลผลิตมีคุณภาพต่ำ ดังนั้นจึงแนะนำได้ว่าในลองกอง อายุ 11 ปี ควรมีการไว้ผล 300-310 ช่อ

คำสำคัญ : การไว้ผล คุณภาพ ลองกอง

คำนำ

ลองกองเป็นไม้ผลเศรษฐกิจทางภาคใต้ ลองกองได้ประสบปัญหาหลายด้าน คือ ปัญหาทางด้าน คุณภาพ และ ขนาดช่อผลไม่ตรงกับความต้องการของตลาด อาจทำให้ผลผลิตที่ได้มีราคาตกต่ำ การไว้ผลที่เหมาะสมจะช่วยลดต้นทุนการไว้จำนวนผลในไม้ผลแต่ละชนิดแสดงให้เห็นความสัมพันธ์ของแหล่งผลิตอาหาร (source) เพื่อนำไปใช้ในการสร้าง ดอก ผล (sink) ตามสภาพแวดล้อมที่เหมาะสม (Kunihisa และ คณะ, 2003) การไว้ผลมาก ทำให้การสะสมอาหารในพืชลดลง ผลมีขนาดเล็กลง ส่งผลให้ลดการเจริญเติบโตในส่วนต่างๆ ตามไปด้วย (Girona และคณะ, 2004) ดังนั้นการไว้ผลจึงมีความสำคัญโดยพิจารณาจากการตอบสนองด้านสรีรวิทยา และการเจริญเติบโตของผล ซึ่งเป็นแนวทางในการจัดการการผลผลิตให้มีคุณภาพ ต้องมีการตัดแต่งช่อดอกและช่อผล หากมีปริมาณมากเกินไปจะมีผลต่อการพัฒนาผล ทำให้ผลเจริญเติบโตช้าและมี

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

[1]Department of Plant Science, Faculty Of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai Campus, Songkhla 90112

ขนาดเล็กเมื่อเทียบกับต้นที่มีช่อดอกในปริมาณที่เหมาะสมและมีการแย่งอาหารกันอย่างรุนแรงทั้งในช่อเดียวกันและต่างช่อกัน (มงคล, 2547) การตัดแต่งช่อดอกเพื่อให้เหลือช่อดอกในปริมาณที่เหมาะสมป้องกันการแย่งอาหารกันในระหว่างช่อ โดยการตัดแต่งช่อดอกในขณะที่ช่อดอกกำลังยืดตัวมีความยาวประมาณ 3 - 10 เซนติเมตร หรือ ช่อผลมีอายุ 3 - 5 สัปดาห์ หลังจากเริ่มยืดช่อ ในดอกมังคุดหากตัดแต่งช้าจะสูญเสียอาหารสะสมไปกับดอกที่ถูกตัดทิ้ง(คชาธาร, 2547) ในลองกองทำให้ช่อดอกสั้นมีผลทำให้ช่อผลสั้นตามไปด้วย มีเจ้าของสวนลองกองน้อยรายที่มีการตัดแต่งผลลองกอง เนื่องจากไม่มีความรู้และเสียดายผลลองกอง รวมทั้งการตัดแต่งลองกองในสวนขนาดใหญ่จะสิ้นเปลืองแรงงานมาก(สมพร, 2535) ส่งผลให้เกิดปัญหากับเกษตรกรไทยปัญหาผลร่วง เพราะอาหารที่สะสมในต้นลองกองไม่สามารถส่งไปเลี้ยงได้อย่างทั่วถึง จึงควรตัดแต่งช่อผลในเวลาที่เหมาะสม เพื่อป้องกันการหลุดร่วงของผลอ่อนได้ และทำให้ลองกองมีผลผลิตที่ตรงตามความต้องการของตลาด (มงคล, 2547)

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นลองกองอายุ 11 ปี มีขนาดสม่ำเสมอ จำนวน 32 ต้น ประกอบด้วยต้นลองกองเสียบยอดจำนวน 16 ต้น และต้นลองกองเพาะเมล็ดจำนวน 16 ต้น โดยโดยการวางแผนแบบสุ่มตลอด CRD จัดทรีตเมนต์แบบแฟคทอเรียล 2 ปัจจัย โดยปัจจัยที่ 1 ชนิดของต้นพันธุ์ต้นลองกองเสียบยอด และต้นลองกองเพาะเมล็ด ปัจจัยที่ 2 การไว้ผล โดยแบ่งออกเป็น 4 ระดับ 1.ไว้ผล 100 - 110 ช่อต่อต้น 2.ไว้ผล 300 - 310 ช่อต่อต้น 3.ต้นที่ไว้ผล 500 - 510 ช่อต่อต้น 4.ต้นที่ไม่ตัดแต่งช่อดอก แต่ละทรีตเมนต์ มีจำนวน 4 ซ้ำ ทำการเก็บข้อมูล ขนาดช่อดอก และจำนวนผล ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 1–14 หลังจากดอกบาน โดยเก็บตัวอย่างจำนวน 20 ช่อต่อต้น แบ่งขนาดของช่อผลตามเกณฑ์มาตรฐาน โดยใช้การกำหนดมาตรฐานของ มงคล (2548) คือ เกรด1 ต้องมีน้ำหนักช่อมากกว่า 700 กรัม น้ำหนักต่อผลมากกว่า 25 กรัม เกรด 2 ต้องมีน้ำหนักช่อมากกว่า 500 - 700 กรัม น้ำหนักต่อผลมากกว่า 20 - 25 กรัม เกรด 3 ต้องมีน้ำหนักช่อมากกว่า 200 - 500 กรัม น้ำหนักต่อผลมากกว่า 15 - 20 กรัม และเกรด4 ต้องมีน้ำหนักช่อไม่เกิน 200 กรัม หรือลองกองผลเดี่ยว นำช่อผลตัวอย่างมาวิเคราะห์คุณภาพโดยเก็บข้อมูลต่างๆ ประกอบ ด้วยความยาวช่อ ขนาดผล น้ำหนักช่อ น้ำหนักผล ปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (Total Soluble Solid) และปริมาณกรดที่ไทเทรต (Titratable Acidity)

ผล

อิทธิพลของการไว้ผลที่มีผลต่อคุณภาพผลต่อต้นที่ขยายพันธุ์โดยการเสียบยอด และเพาะจากเมล็ด ในลองกองอายุ 11 ปี การไว้ผลในระดับต่างๆ (ไว้ผล 100 - 110 ช่อต่อต้น, ไว้ผล 300-310 ช่อต่อต้น, ไว้ผล 500 - 510 ช่อต่อต้น และไม่ตัดแต่งช่อผล) พบว่าต้นที่ไว้ผล 100 - 110 ช่อต่อต้น มีการพัฒนาของผลสูงที่สุด 706.0 กรัม การไว้ผลในระดับต่างกันทำให้ปริมาณผลผลิตและคุณภาพผลผลิตต่างกันในทุกระดับการไว้ผล จากการทดลองต้นที่ไว้ผล 100 - 110 ช่อต่อต้น ให้น้ำหนักช่อน้ำหนักผลสูงที่สุด แต่ในด้านผลผลิตรวมต่อต้น ต้นที่ไว้ผล 500 - 510 ต่อต้นให้ปริมาณผลผลิตต่อต้นสูงที่สุดแต่ขนาดผลต่ำกว่ามาตรฐาน 248.8 กิโลกรัม ส่วนต้นที่ไว้ผล 300 - 310 ช่อต่อต้น ให้คุณภาพผลผลิตมีมาตรฐานสูงกว่าทรีตเมนต์อื่นๆ

Table 1 Effects of spike thinning and fruit load on longkong (*Aglaia dookkoo* Griff.) fruit qualities.

Treatment	Yield/tree (kg)	cluster Length (cm)	fruit diameter (cm)	cluster weight (g)	fruit weight (g)	TSS (°Brix)	TA (%)
100-110 fruit clusters tree^{-1}	74.70 ^{C} [1/]	18.30 ^{A}	25.91 ^{A}	706.00 ^{A}	3.40 ^{A}	18.93 ^{A}	0.64 ^{A}
300-310 fruit clusters tree^{-1}	185.40 ^{B}	17.80 ^{A}	25.27 ^{A}	577.00 ^{B}	3.38 ^{A}	18.98 ^{A}	0.67 ^{B}
500-510 fruit clusters tree^{-1}	248.80 ^{A}	15.80 ^{B}	22.57 ^{B}	467.60 ^{C}	3.31 ^{A}	18.26 ^{A}	0.74 ^{BC}
control	73.25 ^{C}	12.20 ^{C}	17.73 ^{C}	161.90 ^{D}	2.63 ^{B}	14.20 ^{B}	1.08 ^{C}
c.v. (%)	9.02	3.90	4.07	7.07	4.40	4.40	7.88

[1/] Mean with same column followed by different characters showed significantly different between treatment at p = 0.01

ในด้านน้ำหนักและขนาดผลพบว่าเมื่อไว้ผล 100 - 110 ช่อต่อต้น และ ต้นที่ไว้ผล 300 - 310 ช่อต่อต้น ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ การไว้ผล 100 - 110 ช่อต่อต้น และ 300 - 310 ช่อต่อต้น มีค่าปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้สูง 18.93

และ 18.98 ตามลำดับ ปริมาณกรดที่ไทเทรตได้ต่ำ และแรงตึงผิวผลต่ำ ในด้านน้ำหนักผลผลิตต้นที่ไว้ผล 300 - 310 ช่อต่อต้น ให้น้ำหนักสูงกว่าต้นที่ไว้ผล 100 - 110 ช่อต่อต้น (Table 1)

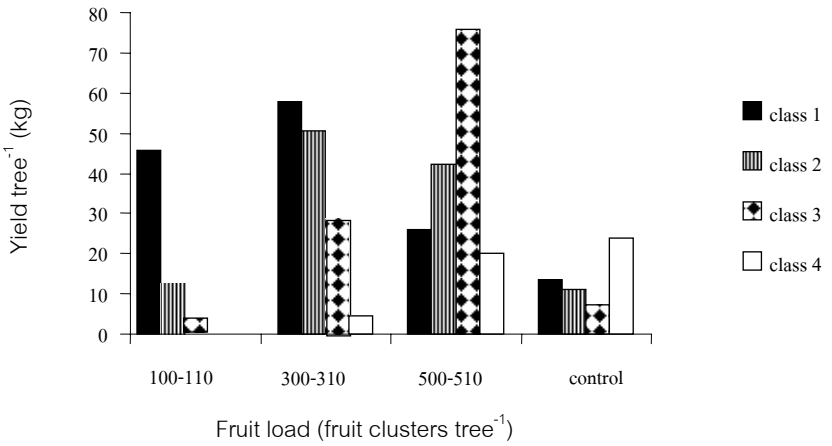


Figure 1 Effects of fruit load on the yield and class of longkong fruits.

ด้านปริมาณผลผลิต พบว่าผลผลิตลองกองเกรด 1 ต้นลองกองที่ไว้ผล 300 - 310 ช่อต่อต้น ให้ผลผลิตเป็นเกรดที่มีคุณภาพดีที่สุด และให้ผลผลิตมากที่สุด เท่ากับ 57.75 กิโลกรัมต่อต้น เกรด 2 พบว่าต้นลองกองที่ไว้ผล 300 - 310 ช่อต่อต้น มีผลผลิตเกรด 2 มากที่สุด เท่ากับ 50.53 กิโลกรัมต่อต้น เกรด 3 พบว่าต้นลองกองที่ไว้ผล 500 - 510 ช่อต่อต้น ให้ผลผลิต เกรด 3 มากที่สุด เท่ากับ 75.82 กิโลกรัมต่อต้น เกรด 4 พบว่าต้นลองกองที่ไม่ตัดแต่งช่อดอกให้ผลผลิตเกรด 4 มากที่สุด เท่ากับ 23.77 กิโลกรัมต่อต้น (Figure 1)

วิจารณ์ผล

คุณภาพผลของลองกองจากการทดลองในลองกองอายุ 11 ปี การไว้ผลในระดับต่าง ๆ (ไว้ผล 100 - 110 ช่อต่อต้น ไว้ผล 300 - 310 ช่อต่อต้น ไว้ผล 500 - 510 ช่อต่อต้น และไม่ตัดแต่งช่อผล) พบว่าต้นที่ไว้ผล 100 - 110 ช่อต่อต้น มีการพัฒนาของผลสูงที่สุด คือโดยเริ่มมีความแตกต่างในสัปดาห์ที่ 5 - 14 หลังจากดอกบาน ต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งช่อผลมีการเจริญเติบโตของผลต่ำสุด ต้นที่ไม่ได้ตัดแต่งจะติดดอก และผลอ่อนมากเกินไป ทำให้ธาตุอาหารสะสมภายในลำต้นไม่เพียงพอสำหรับเลี้ยงผล ทำให้การเจริญเติบโตของผลต่ำ และเกิดการร่วงอย่างรุนแรง สอดคล้องกับรายงานของ มงคล (2547) กล่าวว่าซึ่งหากมีการไว้ผลปริมาณมากเกินไปจะมีผลต่อการพัฒนาผล ทำให้ผลเจริญเติบโตช้า และมีขนาดเล็กเมื่อเทียบกับต้นที่มีช่อดอกในปริมาณที่เหมาะสม และนอกจากนี้มีการแย่งอาหารกันอย่างรุนแรงทั้งในช่อเดียวกัน และต่างช่อกัน ส่วนผลที่อยู่ปลายช่อจะได้รับอาหารน้อยที่สุด จึงเกิดการร่วงของผล บริเวณ ปลายช่อ อย่างรุนแรง และสอดคล้องกับรายงานของ คชาธาร (2548) ที่กล่าวว่าขนาดของผลมังคุดขึ้นอยู่กับจำนวนการติดผลบนต้น ต้นที่มีการติดผลมากจะมีผลขนาดเล็ก ส่วนต้นที่มีการติดผลน้อยจะมีผลขนาดใหญ่ คชาธาร (2548) รายงานว่าดอกและผลที่ร่วงนั้นพืชได้ดึงธาตุอาหารบาง ส่วนจากต้นไปใช้แล้ว ดังนั้นการร่วงของผลอ่อนทำให้ธาตุอาหารที่ติดไปกับผลอ่อนถูกทิ้งโดยเปล่าประโยชน์การไว้ผลในระดับต่างกันทำให้ปริมาณผลผลิต และคุณภาพผลผลิตต่างกันในทุกระดับการไว้ผล จากการทดลองต้นที่ไว้ผล 100 - 110 ช่อต่อต้น ให้น้ำหนักช่อน้ำหนักผลสูงที่สุด แต่ในด้านผลผลิตรวมต่อต้น ต้นที่ไว้ผล 500 - 510 ต่อต้นให้ปริมาณผล ผลิตต่อต้นสูงที่สุด แต่คุณภาพผลต่ำกว่ามาตรฐาน ส่วนต้นที่ไว้ผล 300 - 310 ช่อต่อต้น ให้ผลผลิตมีมาตรฐานสูงกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ

สรุปผล

จากการทดลองศึกษาการตัดแต่งผลของต้นลองกองต่อคุณภาพผลลองกองอายุ 11 ปี ผลการตัดแต่งช่อดอกและช่อผลที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของลองกอง โดยการไว้ผลระดับต่างๆ ตัดแต่งช่อดอกให้เหลือ 100 - 110 ช่อต่อต้น 300 - 310 ช่อต่อต้น 500 - 510 ช่อต่อต้น และไม่มีการตัดแต่งช่อดอก พบว่าต้นลองกองที่มีการไว้จำนวนผลบนต้นในระดับ 300 - 310 ช่อต่อต้น เหมาะสมที่สุด เนื่องจากเป็นระดับที่ให้ผลผลิตสูงผลมีคุณภาพได้มาตรฐานให้ขนาดผลเกรด 1 และเกรด 2 มากที่สุด

เอกสารอ้างอิง

คชาธาร พลรงค์, 2547, ผลของการไว้ผลที่มีต่อผลผลิตและคุณภาพของผลมังคุด, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 68 หน้า.

มงคล แซ่หลิม, 2547, การผลิตลองกองในภาคใต้, เอกสารประกอบการถ่ายทอดเทคโนโลยีการวิจัยและพัฒนาการจัดการระบบการผลิตลองกองในภาคใต้, คณะทรัพยากรธรรมชาติมหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, หน้า 1-15.

มงคล แซ่หลิม และ สุภาณี ชนะวีรวรรณ, 2548, รายงานการวิจัยฉบับสมบูรณ์ เรื่อง การศึกษาดัชนีชี้วัดคุณลักษณะสำคัญที่ใช้เป็นเกณฑ์ในการบ่งชี้คุณภาพ การแบ่งชั้นคุณภาพ และการกำหนดรหัสขนาดลองกอง, คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์.

สมพร จันทเดช, 2535, การปลูกลองกอง, สำนักพิมพ์ โอ.เอส. พริ้นติ้ง เฮ้าส์, กรุงเทพฯ, 98 หน้า.

Kunihisa, M., Shunji, I., Hiroshi, Y. and Yoshiko, N., 2003, Effects of fruit load on partitioning of ^{15}N and ^{13}C respiration and growth of grapewine root at different fruit stages, Scientia Horticulturae, 91: 215-225.

Girona, J., Marsal, J., Mata, M., Arbones, A. and Dejong, T. M., 2004, A comparison of the combined effect of water stress and crop load on fruit growth during different phonological stages in young peach trees, Horticultural Science & Biotechnology, 79: 308-315.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 193-196 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 193-196 (2550)

ผลของสารไคโตซานต่อการงอกของเมล็ดแพงพวยลูกผสม

Effect of Chitosan on Seed Germination of Periwinkle (*Catharanthus roseus L.*) Hybrids

บัณฑิตา ยงค์[1] วัชรา ทะมะละ[1] และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1]

Yong, B.,Tamala, W. and Uthairatanakij, A.[1]

Abstract

Effect of chitosan soaking at 0, 20 or 40 ppm for 30 min on germination of periwinkle (*Catharanthus roseus L.*) hybrid seeds was studied. Seed soaked in chitosan solutions had germination index and height of seedling higher than untreated seeds. Chitosan soaking at 20 and 40 ppm significantly increased the percentage of seed germination compared with chitosan soaking at 0 ppm (83.3, 86.7 and 73.3%, respectively) in peatmoss media. In blotter paper, the germination of all chitosan soaked seed was 30%, while percentage of seed germination of untreated seed was 20%.

Keywords : germination, seedling height, soaking

บทคัดย่อ

ผลของการแช่สารไคโตซานที่ระดับความเข้มข้นที่ 0 , 20 และ 40 ppm เป็นเวลา 30 นาทีต่อการงอกของเมล็ดแพงพวย พบว่าการใช้สารไคโตซานแช่เมล็ดแพงพวยก่อนการเพาะปลูกเมล็ดในพีทมอสทำให้เมล็ดแพงพวยมีดัชนีการงอกและความสูงของต้นกล้า ดีกว่าเมล็ดแพงพวยที่ไม่ได้แช่สารไคโตซาน และการแช่เมล็ดในสารไคโตซานที่ระดับความเข้มข้น 20 และ 40 ppm ทำให้เปอร์เซ็นต์การงอกของต้นกล้าแพงพวยที่เพาะในพีทมอสดีที่สุดและมีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง เมื่อเปรียบเทียบกับเมล็ดที่แช่ในสารละลายไคโตซานเข้มข้น 0 ppm (ชุดควบคุม) เท่ากับ 83.3, 86.7 and 73.3% ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่แช่สารไคโตซานทุกความเข้มข้นและเพาะในกระดาษเพาะเมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดเท่ากับ 30 เปอร์เซ็นต์ ขณะที่เมล็ดที่ไม่ได้แช่ไคโตซานมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 20 เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : การงอก ความสูงของต้นกล้า การแช่

คำนำ

ดอกแพงพวยเป็นดอกไม้ประดับที่มีสีสันสวยงาม ออกดอกตลอดปี เป็นไม้พุ่มขนาดเล็กและเป็นพืชผสมตัวเอง ทนทานต่อการเปลี่ยนแปลงดินฟ้าอากาศ โรคและแมลงตลอดจนสภาพแวดล้อมที่เป็นพิษ สามารถเจริญได้ในอากาศร้อนจัดในฤดูร้อน ชอบแสงแดดปานกลางถึงแสงแดดจัด เป็นพืชที่มีระบบรากแก้ว ลำต้นมีทั้งทอดขนานไปตามผิวดินและตั้งตรง ทรงพุ่มสูงประมาณ 40 – 120 เซนติเมตร (อดิศร และคณะ, 2548) แพงพวยเป็นพืชเศรษฐกิจที่สำคัญ สามารถปลูกลงกระถางหรือถุงพลาสติกเพื่อใช้ไว้จำหน่าย นิยมปลูกประดับไว้ตามสนามหญ้า ข้างทางเดินหรือข้างถนน การปลูกจะปลูกเป็นแถวหรือเป็นกลุ่มมาจัดสวน ดังนั้นการศึกษาปัจจัยที่ช่วยส่งเสริมการงอกของเมล็ดแพงพวยให้มีคุณภาพที่ดีและกระตุ้นให้เมล็ดงอกเร็วขึ้นจึงเป็นปัจจัยที่สำคัญต่อการพัฒนาในเชิงอุตสาหกรรม Katsumi และคณะ (2001) พบว่าไคโตซานมีผลต่อการงอกของเมล็ดและคุณภาพของดอกไม้ *E*ustoma grandiflorum (Raf.) Shinn 'Kairyou Wakamurasaki' โดยไคโตซานส่งผลให้เมล็ดมีการงอกของรากที่ยาวขึ้นและมีความกว้างของต้นเพิ่มขึ้นและมีจำนวนดอกที่เพิ่มขึ้นมากกว่าเมล็ดที่ไม่ได้ใช้สารไคโตซาน ดังนั้นงานวิจัยครั้งนี้ได้ใช้สารไคโตซานเพื่อช่วยเร่งการงอกและการเจริญของเมล็ดแพงพวยลูกผสม

[1]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150

[1]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดแพงพวยจำนวน 60 เมล็ดแช่ในสารละลายไคโตซานความเข้มข้นต่าง ๆ เป็นเวลา 30 นาที วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ โดยมีสิ่งทดลองดังนี้ สิ่งทดลองที่ 1 เมล็ดแพงพวย + น้ำกลั่น สิ่งทดลองที่ 2 เมล็ดแพงพวย + สารละลายไคโตซานความเข้มข้น 20 ppm สิ่งทดลองที่ 3 เมล็ดแพงพวย + สารละลายไคโตซานความเข้มข้น 40 ppm หลังจากนั้นแบ่งเมล็ดแพงพวยออกเป็น 2 กลุ่ม โดยกลุ่มแรกนำไปเพาะในพีทมอส จำนวน 30 เมล็ด และกลุ่มที่สองนำเมล็ดไปเพาะในกระดาษเพาะเมล็ด 30 เมล็ด บันทึกดัชนีการงอกของเมล็ด เปอร์เซ็นต์การงอก ความสูงของต้นกล้า และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรม SAS

ผล

สารละลายไคโตซานมีผลในการเร่งการงอกของเมล็ดแพงพวยซึ่งจากการทดลองพบว่าเมล็ดแพงพวยที่แช่ในสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 20 และ 40 ppm มีดัชนีการงอกเท่ากับ 6.28 และ 3.32 ตามลำดับในขณะที่ชุดควบคุม (เมล็ดแพงพวยที่ไม่ได้แช่สารละลายไคโตซาน) มีดัชนีการงอกเท่ากับ 2.63 (Figure1)

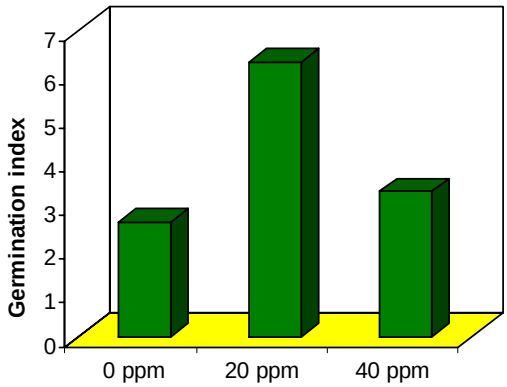


Figure 1 Effect of various concentrations of chitosan on germination index.

สำหรับความสูงของต้นกล้าให้ผลเช่นเดียวกันคือเมล็ดแพงพวยที่แช่สารละลายไคโตซานมีความสูงของต้นกล้ามากกว่าเมล็ดแพงพวยที่ไม่ได้แช่สารไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.5$) (Figure 2)

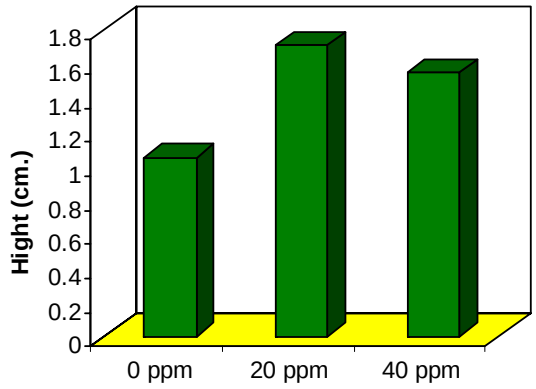


Figure 2 Effect of various concentrations of chitosan on plant height (cm.).

นอกจากนี้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดแพงพวยที่แช่ในสารละลายไคโตซานที่ 20 40 ppm และ เมล็ดที่ไม่ได้แช่สารละลายไคโตซานที่เพาะเมล็ดในกระดาษเพาะเมล็ด มีค่าเท่ากับ 30 30 และ 20 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ ส่วนเมล็ดที่เพาะในพีทมอสมีเปอร์เซ็นต์การงอกเท่ากับ 83.33 86.66 และ 73.33 เปอร์เซ็นต์ (Figure 4 และ 3 ตามลำดับ)

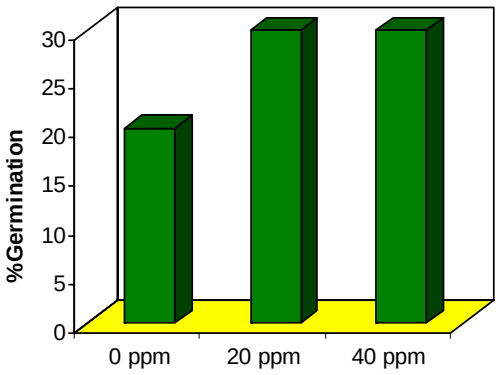


Figure 3 Effect of various concentrations of chitosan on percentage of germination in blotter paper.

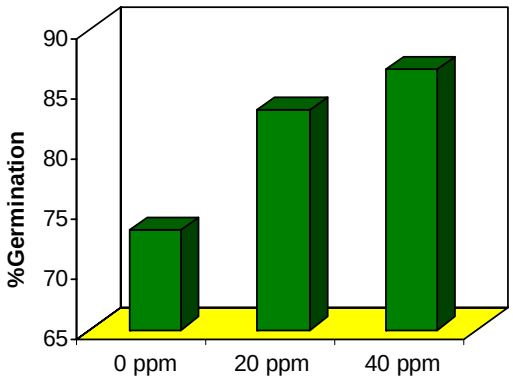


Figure 4 Effect of various concentrations of chitosan on percentage of germination in peatmoss media.

สรุปและวิจารณ์ผล

เมล็ดแพงพวยที่แช่ในสารละลายไคโตซานที่ความเข้มข้น 20 และ 40 ppmที่เพาะในพีทมอสพบว่ามีดัชนีการงอก เปอร์เซ็นต์การงอก และความสูงของต้นกล้าดีกว่าเมล็ดแพงพวยที่ไม่ได้แช่ด้วยสารไคโตซาน และการใช้สารไคโตซานที่ความเข้มข้น 20 ppm ส่งผลให้ดัชนีการงอก และความสูงของต้นกล้าดีกว่าการใช้สารไคโตซานที่ความเข้มข้นที่ 40 ppm ส่วนเปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดแพงพวยพบว่าการแช่เมล็ดแพงพวยที่ความเข้มข้น 40 ppm มีผลให้เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดดีกว่าเมล็ดแพงพวยที่แช่ในสารไคโตซานที่ความเข้มข้น 20 ppm ทั้งในกระดาษเพาะเมล็ดและพีทมอส Kim และคณะ (2005) รายงานว่าต้นโหระพาที่มีการใช้สารละลายไคโตซานก่อนเมล็ดงอกส่งผลให้ต้นโหระพามีน้ำหนักและความสูงเพิ่มขึ้น17และ 12%ตามลำดับ ทั้งนี้อาจเนื่องมาจากสารละลายไคโตซานมีประโยชน์ในการชักนำให้กระบวนการ photochemicals ในพืช ทำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีขึ้น และไคโตซานสามารถชักนำให้พืชสร้างสารประกอบฟีนอลิค ส่งผลให้เมล็ดงอกมากขึ้นและมีความแข็งแรงเพิ่มขึ้น (Reddy และคณะ, 1999) นอกจากนี้ไคโตซานยังสามารถกระตุ้นการเจริญเติบโตของ *E*ustoma grandiflorum (Raf.) Shinn 'Kairyou Wakamurasaki' (Ohta และคณะ, 2000) *Begonia hiemalis* Fotsch (Ohta และคณะ, 2004)

เอกสารอ้างอิง

รัฐ พิชญางกูร, 2543, คุณสมบัติและกลไกการทำงานของไคติน – ไคโตซานที่สามารถช่วยเพิ่มผลผลิตทางการเกษตร, ภาควิชาเคมี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, กรุงเทพฯ, 4 หน้า.

อดิศร แพงดา, เพลินพิศ วรรณสา และ ปริศนา บรมสำ, 2005, แพงพวยไม้ดอกกระถางหลากสี [สืบค้น], http://www.cpflower.com [16/ April/ 2005]

Katsumi, O., Toshiki, A. and Takashi, H., 2001, Effects of chitosan treatments on seedling growth, chitinase activity and flower quality in *Eustoma grandiflorun* (Raf.) Shinn.'Kairyou Wakamurasaki'. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 76: 612–614.

Kim, H. J., Chen, F., Wang, X. and Rajapakse, N. C., 2005, Effect of chitosan on the biological properties of sweet basil (*ocmum basilicum* L.), Journal of Agricutural and Food Chemistry, 53(9): 3696-3701.

Ohta, K., Atarashi,. H., Shimatani, Y., Matsumoto, S., Asao, T., and Hosoki, T., 2000, Effect of chitosan with or without nitrogen treatments on seedling growth in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cv. *Kairyou Wakamurasaki*, Journal of the Japanese Society for Horticutural Science, 69(1): 63-65.

Ohta, K., Morishita, S., Suda, K., Kobayashi, N. and Hosoki, T., 2004, Effect of chitosan soil mixture treatment in the seedling storage on the growth and flowering of several ornamental plants, Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 73(1): 66-68.

Reddy, M. V. B., Arul, J., Angers, P. and Couture, L., 1999, Chitosan treatment of wheat seeds induces resistance to *Fusarium graminearum* and improves seed quality, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 47: 1208-1212.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 197-199 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 197-199 (2550)

การใช้สารไคโตซานในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นเทียนฝรั่ง

Application of Chitosan on the Induction of Growth of *Impatien sp.* Plant

กุลนาถ อบสุวรรณ[1] และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[2]
Obsuwan, K.[1] and Uthairatanakij, A.[2]

Abstract

The objective of this research was to study the effect of chitosan on the growth of *Impatien sp.* plant. The seedlings were transplant after two weeks propagation and then 20 ppm of chitosam or fertilizer (16-16-16) was applied weekly compared with untreated plant (tap water as a control). The result showed that chitosan application combined with fertilizer induced stem diameter, fresh weight and number of bud flowers significantly higher than that of application of fertilizer only. However, there were not different in plant height, number of leaves, the width and leaf length between applied chitosan alone and chitosan combined with fertilizer. The plant grown without applying both chitosan and fertilizer showed the significantly lowest growth.

Keywords : bud flower, canopy, leaf length, plant height

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตต้นเทียนฝรั่ง โดยคัดเลือกต้นกล้าที่มีอายุ 2 สัปดาห์หลังเพาะเมล็ดที่มีขนาดใกล้เคียงกัน นำมาปลูกในกระถางขนาด 6 นิ้วที่มีดินผสมและทำการให้สารไคโตซานความเข้มข้น 20 ppm ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 หรือต้นกล้าที่รดด้วยปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้ให้สารไคโตซานและปุ๋ย พบว่าการให้ไคโตซานร่วมกับปุ๋ย ชักนำให้ต้นเทียนฝรั่งมีขนาดต้น น้ำหนักสด และมีจำนวนดอกตูมมากกว่าต้นเทียนฝรั่งที่ให้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวและต้นที่ไม่ได้รับทั้งปุ๋ยและไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่ความสูงของต้น จำนวนใบ ความกว้างและความยาวของใบไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างต้นที่ได้รับปุ๋ยอย่างเดียวและต้นที่ได้รับไคโตซานร่วมกับปุ๋ย อย่างไรก็ตามการให้ปุ๋ย หรือการให้ปุ๋ยร่วมกับไคโตซานมีผลทำให้ต้นเทียนฝรั่งเจริญเติบโตดีกว่าต้นที่ปลูกในดินผสมเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติ

คำสำคัญ : ตาดอก ทรงพุ่ม ความยาวใบ ความสูงของต้น

คำนำ

เทียนฝรั่ง ได้รับความนิยมมากทั้งในประเทศ และต่างประเทศ สีดอกสด ออกดอกต่อเนื่องสม่ำเสมอ เป็นไม้ดอกที่เจริญเติบโตได้ดีในที่ที่มีแสงรำไรและในที่ร่ม จึงสามารถปลูกประดับบริเวณที่ร่มรำไร หรือที่ว่างระหว่างไม้ยืนต้น พื้นที่ที่มีแสงแดดอ่อนๆ ซึ่งใช้ระยะเวลาในการงอก 5 - 7 วัน และวันเพาะถึงวันย้ายปลูก 25 - 30 วัน (AFM group, 2006) เทียนฝรั่งออกดอกสีขาว ชมพูอ่อนถึงเข้มแดง และแดงอมม่วง หากปลูกในที่ที่อากาศเย็นดอกจะยิ่งโต และสีจะยิ่งสด และสวยงาม ดังนั้นการพัฒนาหาวิธีการเพาะปลูกที่เพิ่มคุณภาพของต้นและกระตุ้นการออกดอกของเทียนฝรั่งจึงเป็นวิธีการที่สามารถเพิ่มมูลค่าในการซื้อขายได้ ไคโตซานเป็นสารที่เร่งการออกดอกของเสาวรส (Utsunomiya และ Kinai, 1994) และกระตุ้นการเติบโตของ *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. (Uddin และคณะ, 2004) เยอบีร่า (*Gerbera jamesonii*) (Wanichpongpan และคณะ, 2001) และกล้วยไม้ (Nge และคณะ, 2006) การทดลองนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตและการออกดอกของเทียนฝรั่ง

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 73000
[1]Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakorn Pathom 73000
[2]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150
[2]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการคัดเลือกต้นกล้าเทียนฝรั่ง (*Impatiens* sp.) ที่มีอายุ 2 สัปดาห์หลังเพาะเมล็ดที่มีขนาดใกล้เคียงกัน นำมาปลูกในกระถางขนาด 6 นิ้วที่มีดินผสมและทำการให้สารไคโตซานความเข้มข้น 20 ppm ร่วมกับปุ๋ยสูตร 16-16-16 หรือต้นกล้าที่รดด้วยปุ๋ยสูตร 16-16-16 เพียงอย่างเดียว เปรียบเทียบกับต้นที่รดน้ำเพียงอย่างเดียว (ไม่ได้ให้สารไคโตซานและปุ๋ย) และทำการบันทึกผลเมื่อต้นเจริญเต็มที่และออกดอก ดังนี้ วัดความสูงของต้น ขนาดของต้นหรือเส้นผ่าศูนย์กลางของลำต้น น้ำหนักสดของต้น จำนวนดอกตูมและดอกบาน จำนวนใบต่อต้น ความยาวและความกว้างของใบ ทำการทดลองจำนวน 5 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวนและความแตกต่างทางสถิติของค่าเฉลี่ยที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95 โดยใช้โปรแกรม SAS

ผลและวิจารณ์ผล

ต้นเทียนฝรั่งที่ได้รับไคโตซานร่วมกับปุ๋ยมีความสูงของต้นมากกว่าต้นที่ให้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ แต่มีความสูงมากกว่าต้นที่รดเฉพาะน้ำ เท่ากับ 26.5 23.3 และ 10.8 เซนติเมตรตามลำดับ (Figure 1) Ohta และคณะ (2000) รายงานว่าการใช้ไคโตซานร้อยละ 1 ผสมลงไประหว่างการพรวนดินจะกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้า *Eustoma grandiflora* (Raf.) Shinn. cv. Kairyou Wakamurasaki อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ แต่จากรายงานของ Chibu และคณะ (2002) พบว่า ไคโตซานจะกระตุ้นการเจริญของต้นพืชในช่วงแรกเท่านั้น หลังจากนั้นทั้งต้นที่ได้รับและไม่ได้รับไคโตซานมีการเจริญเติบโตไม่แตกต่างกัน แต่อย่างไรก็ตามการตอบสนองต่อไคโตซานขึ้นอยู่กับชนิดของพืช จากการทดลองพบว่าการให้ไคโตซานร่วมกับปุ๋ยสามารถชักนำให้ต้นเทียนฝรั่งมีขนาดต้น (Figure 1B) น้ำหนักสด (Figure 2A) และมีจำนวนดอกตูม (Figure 3A) มากกว่าต้นเทียนฝรั่งที่ให้ปุ๋ยเพียงอย่างเดียวและต้นที่ไม่ได้รับทั้งปุ๋ยและไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Ohta และคณะ (2000) รายงานว่าต้น *Eustoma grandiflora* (Raf.) Shinn. cv. Kairyou Wakamurasaki ที่ได้รับไคโตซานมีความยาว ขนาดต้นน้ำหนัดดอกและจำนวนดอกมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซาน นอกจากนี้ไคโตซานสามารถกระตุ้นให้ไม้ดอกไม้ประดับบางชนิดออกดอกเร็วขึ้น (Ohta และคณะ, 2004) ดังนั้นไคโตซานอาจจะไปมีผลต่อ signal transduction ทำให้ฮอร์โมนพืชบางอย่างเปลี่ยนแปลง ส่งผลให้ต้นเทียนฝรั่งออกดอกเร็วขึ้น

จากการทดลองพบว่าจำนวนใบ (Figure 2B) ความกว้างของใบและความยาวของใบ (Figure 3B) ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติระหว่างต้นที่ได้รับปุ๋ยเพียงอย่างเดียวและต้นที่ได้รับไคโตซานร่วมกับปุ๋ย อย่างไรก็ตามการให้ปุ๋ย หรือการให้ปุ๋ยร่วมกับไคโตซานมีผลทำให้ต้นเทียนฝรั่งเจริญเติบโตดีกว่าต้นที่ปลูกในดินผสมเพียงอย่างเดียวอย่างมีนัยสำคัญยิ่งทางสถิติจารายงานการศึกษาไคโตซานสามารถเพิ่มน้ำหนัก และความสูงของต้นโหระพา (Kim และคณะ, 2005) และ เพิ่มคุณภาพและจำนวนหัวมันฝรั่งได้ (Kowalski และคณะ, 2006)

เอกสารอ้างอิง

AFM group, 2006, เทียนฝรั่ง, [Online], Available: www.afmgroup.com/afm/support/IMP/impatiens.htm [29/05/07]

Chibu, H., Shibayama, H. and Arima, S., 2002, Effect of chitosan application on the shoot growth of rice and soybean, Japanese Journal of Crop Science, 71(2): 206-211.

Kim, H. J., Chen, F., Wang, X. and Rajapakse, N. C., 2005, Effect of chitosan on the biological properties of sweet basil (*ocmum basilicum* L.), Journal of Agricultural and Food Chemistry, 53(9): 3696-3701.

Kowalski, B., Terry, F. J., Herrera, L. and Penalver, D. A., 2006, Application of soluble chitosan in vitro and in the greenhouse to increase yield and seed quality of potato minitubers, Potato Research, 49(3): 167-176.

Nge, K. L., New, N., Chandrkrachange, S. and Stevens, W. F., 2006, Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture, Plant Science, 170: 1185-1190.

Ohta, K., Atarashi, H., Shimatani, Y., Matsumoto, S., Asao, T. and Hosoki, T., 2000, Effect of chitosan with or without nitrogen treatments on seedling growth in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cv. *Kairyou Wakamurasaki*, Journal of the Japanese Society for Horticutural Science, 69(1): 63-65.

Ohta, K., Morishita, S., Suda, K., Kobayashi, N. and Hosoki, T., 2004, Effect of chitosan Soil Mixture Treatment in the Seedling Storage on the Growth and Flowering of Several Ornamental Plants, Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 73(1): 66-68.

Uddin, A. F.M. J., Hashimoto, F., Shimiza, K. and Sakata, Y, 2004, Monosaccharides and chitosan sensing in bud growth and petal pigmentation in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn, Scientia Horticulturae, 100: 127-138.

Utsunomiya, N. and Kinai, H., 1994, Effect of chitosan-oligosaccharides soil conditioner on the growth of passionfruit, Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 64, 176-177 (in Japanese).

Wanichpongpan, P., Suriyachan, K., and Chandrkrachang, S, 2001, Effect of chitosan on the growth of Gerbera flower plant (*Gerbera jamesonii*), Chitin andchitosan: Chitin and Chitosan in Life Science, Yamaguchi, Japan, 198-201.

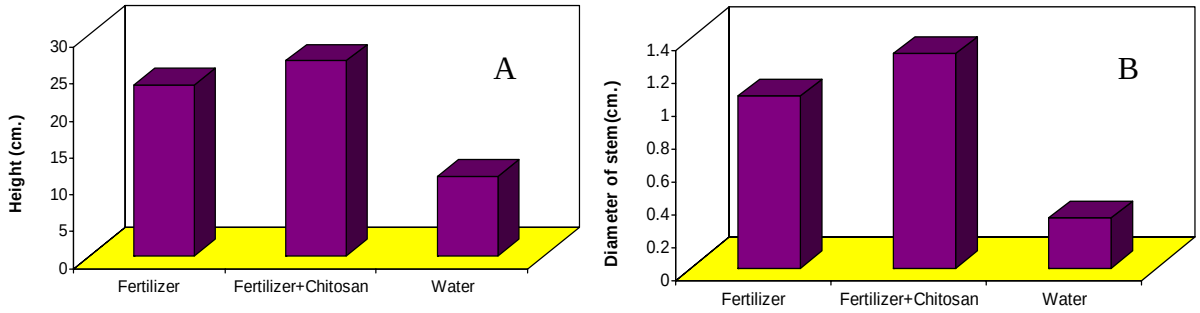


Figure 1 Effects of chitosan and fertilizer on plant height (A) and diameter (B) of *Impatien sp.*

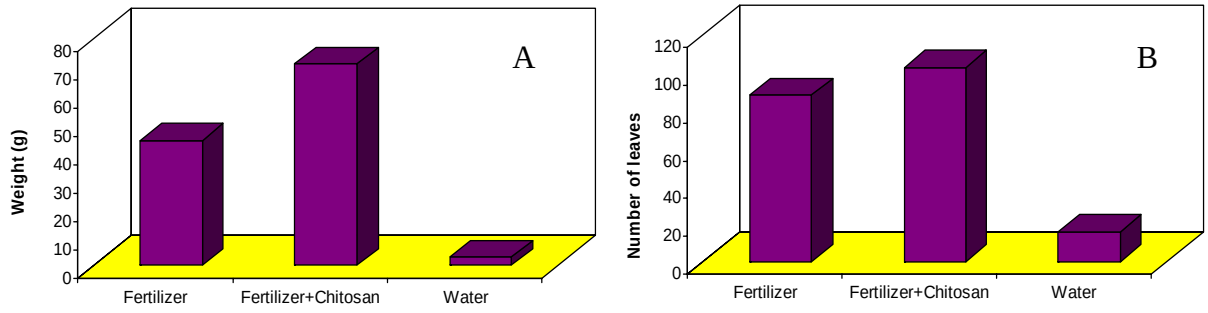


Figure 2 Effects of chitosan and fertilizer on fresh weight (A) and number of leaves (B) of *Impatien sp.*

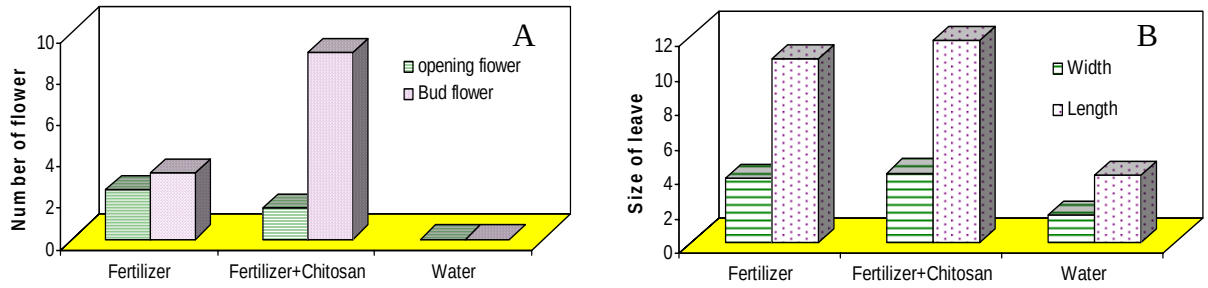


Figure 3 Effects of chitosan and fertilizer on number of total flowers (A) and size of leaf (B) of *Impatien.*

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 200-203 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 200-203 (2550)

ผลของสารไคโตซานต่อการเจริญเติบโตของต้นดาวเรือง

Effect of chitosan on the growth of *Tagetes* sp.

อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1] และ กุลนาถ อบสุวรรณ[2]
Uthairatanakij, A.[1] and Obsuwan, K.[2]

Abstract

Tagetes sp. is one of popular ornamental plants in Thailand due to widely purpose uses. The objective of this research was to investigate the effect of chitosan on the growth of *Tagetes* sp. plant. The seeds were soak in chitosan solutions at 0 (control), 10, 20 or 40 ppm for an hour. They were propagated in growing media for 12 days and then transplanted into 6 inches plastic pots. Chitosan solutions and fertilizer were applied weekly until harvesting. Chitosan induced the early flowering of *Tagetes* sp. (36 days after seed immerging) compared to 42 days of the control. The application of chitosan also significantly induced bud opening. Moreover, plants treated with chitosan had shoots and leaves dry matter higher than that of control treatment ($p \leq 0.05$). However, chitosan had no effect on root/shoot ratio, plant height and shoot diameter.

Keywords : bud opening, plant height, dry matter, root/shoot ratio, seed immerging

บทคัดย่อ

ดาวเรืองเป็นไม้ดอกไม้ประดับที่มีการใช้งานกันมากทุกภาคของประเทศไทย งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อผลของความเข้มข้นของไคโตซานต่อการเจริญเติบโตต้นดาวเรือง ทำการแช่เมล็ดดาวเรืองในสารละลายไคโตซานเข้มข้น 0 (ควบคุม) 10, 20 และ 40 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 1 ชั่วโมง หลังจากนั้นนำเมล็ดไปเพาะในวัสดุเพาะ และทำการย้ายต้นกล้าปลูกลงในการถางขนาด 6 นิ้วหลังจากเพาะเมล็ด 12 วัน ทำการรดไคโตซานและปุ๋ยทุกสัปดาห์กระทั่งสิ้นสุดการทดลอง พบว่า ไคโตซานสามารถชักนำให้ดาวเรืองออกดอกเร็วขึ้น (36 วันหลังจากต้นกล้างอก) เปรียบเทียบกับต้นที่ไม่ได้รดไคโตซาน (42 วันหลังจากต้นกล้างอก) และไคโตซานมีผลต่อการชักนำการบานดอกของต้นดาวเรืองอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ต้นดาวเรืองที่ได้รับไคโตซานมีน้ำหนักแห้งของต้นและใบมากกว่าต้นไม่ได้รดด้วยไคโตซาน ($p \leq 0.05$) แต่ไม่มีผลต่ออัตราส่วนของรากต่อยอด ความสูงของต้น และขนาดของลำต้น

คำสำคัญ : การบานของดอก, ความสูงของต้น, น้ำหนักแห้ง, อัตราส่วนของรากต่อยอด, การงอกของเมล็ด

คำนำ

ดาวเรือง (Marigold) เป็นไม้ดอกที่คนไทยรู้จักกันดีชนิดหนึ่งซึ่งจัดเป็นพืชล้มลุก ลักษณะใบเป็นใบประกอบเรียวยาว ดอกมีลักษณะเป็นแบบดอกรวม ประกอบด้วยดอกย่อยเล็ก ๆ เป็นจำนวนมาก อัดซ้อนกันแน่นอยู่บนฐานรองดอก ดอกมีสีเหลือง ส้ม ครีม และขาว มีขนาดตั้งแต่ประมาณ 1 - 4 นิ้ว ดอกดาวเรืองมีอายุการใช้งานนานประมาณ 7-10 วัน นอกจากนี้ดาวเรืองยังเป็นพืชที่มีอายุการเก็บเกี่ยวสั้น ประมาณ 60-70 วัน ก็สามารถตัดจำหน่ายได้ รวมทั้งดาวเรืองยังเป็นพืชที่ขึ้นได้ดีทุกสภาพพื้นที่และทุกฤดูกาลของประเทศ และเป็นไม้ดอกสามารถทำรายได้ให้กับผู้ปลูกสูง ในปัจจุบันการปลูกดาวเรือง นอกจากจะปลูกเพื่อตัดดอกขายแล้ว สามารถปลูกลงกระถางหรือถุงพลาสติกเพื่อใช้ประดับตามอาคารบ้านเรือนและสถานที่ต่าง ๆ ดังนั้นการศึกษาผลของไคโตซานต่อการกระตุ้นการเจริญเติบโตและการออกดอกของดาวเรืองจึงมีความจำเป็นต่อทั้งเกษตรกรผู้เพาะเลี้ยงต้นกล้าจำหน่ายหรือเกษตรกรที่ตัดดอกจำหน่ายเพื่อลดจำนวนวันที่ต้องเลี้ยงดูต้นกล้าหรือทำให้เก็บเกี่ยวดอกได้เร็วขึ้น เนื่องจากไคโตซานเป็นสารที่สามารถเร่งการออกดอกของเสาวรส (Utsunomiya and Kinai, 1994) และกระตุ้นการเติบโตของพืชหลายชนิด (Tsugita และคณะ, 1993, Wanichpongpan และคณะ, 2001, Uddin และคณะ, 2004, Nge และคณะ, 2006)

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร นครปฐม 73000
[1]Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakorn Pathom
[2]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150
[2]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150

อุปกรณ์และวิธีการ

ทำการแช่เมล็ดดาวเรืองในสารละลายไคโตซานความเข้มข้น 0 (ทรีตเมนต์ควบคุม) 10, 20 และ 40 พีพีเอ็ม เป็นเวลา 1 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิห้องปกติ หลังจากนั้นนำเมล็ดไปเพาะในวัสดุเพาะที่ประกอบด้วยดินและขี้เถ้าแกลบ เมื่อต้นกล้าเริ่มงอก (2 วันหลังเพาะเมล็ด) ย้ายปลูกลงในการถางพลาสติก และรดด้วยไคโตซานทุกสัปดาห์ นาน 8 สัปดาห์ บันทึกผลดังนี้ จำนวนวันที่สามารถเก็บเกี่ยวดอกได้ ความสูงของต้น ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น จำนวนดอกตูมและดอกบาน น้ำหนักแห้งของต้น ใบ และดอกอัตราส่วนของรากต่อยอด วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ จำนวน 10 กระถางต่อทรีตเมนต์ และวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติด้วยโปรแกรม SAS

ผล

ไคโตซานมีผลชักนำให้ต้นดาวเรืองออกดอกเร็วขึ้น 6 วัน (ข้อมูลไม่ได้แสดง) และทำให้มีจำนวนดอกบานมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซานอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ อย่างไรก็ตามต้นดาวเรืองที่ได้รับไคโตซานมีความสูงของต้นขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และ จำนวนดอกตูมไม่แตกต่างจากต้นที่ไม่ได้รับไคโตซาน (Table 1)

ต้นที่ไม่ได้รับไคโตซานมีน้ำหนักแห้งน้อยกว่าต้นดาวเรืองที่ได้รับไคโตซาน ($p \leq 0.05$) ขณะที่น้ำหนักแห้งของต้นดาวเรืองที่ได้รับไคโตซานความเข้มข้น 10, 20 และ 40 พีพีเอ็มไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Figure 1) จาก Figure 2 พบว่าการให้ไคโตซานความเข้มข้น 40 พีพีเอ็ม ทำให้ใบดาวเรืองมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งสูงสุด รองลงมาได้แก่ดาวเรืองที่ได้รับไคโตซานความเข้มข้น 30, 10 และ 0 พีพีเอ็ม ตามลำดับ แต่ดาวเรืองที่ได้รับไคโตซานความเข้มข้น 10 พีพีเอ็มมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งไม่แตกต่างกับทรีตเมนต์ควบคุม ($p \geq 0.05$) อย่างไรก็ตามดาวเรืองที่ได้รับไคโตซานความเข้ม 10, 20 และ 40 พีพีเอ็ม มีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของดอก และอัตราส่วนของรากต่อยอดไม่ต่างกันทางสถิติเมื่อเปรียบเทียบกับดาวเรืองที่ไม่ได้รับไคโตซาน (Figure 3-4)

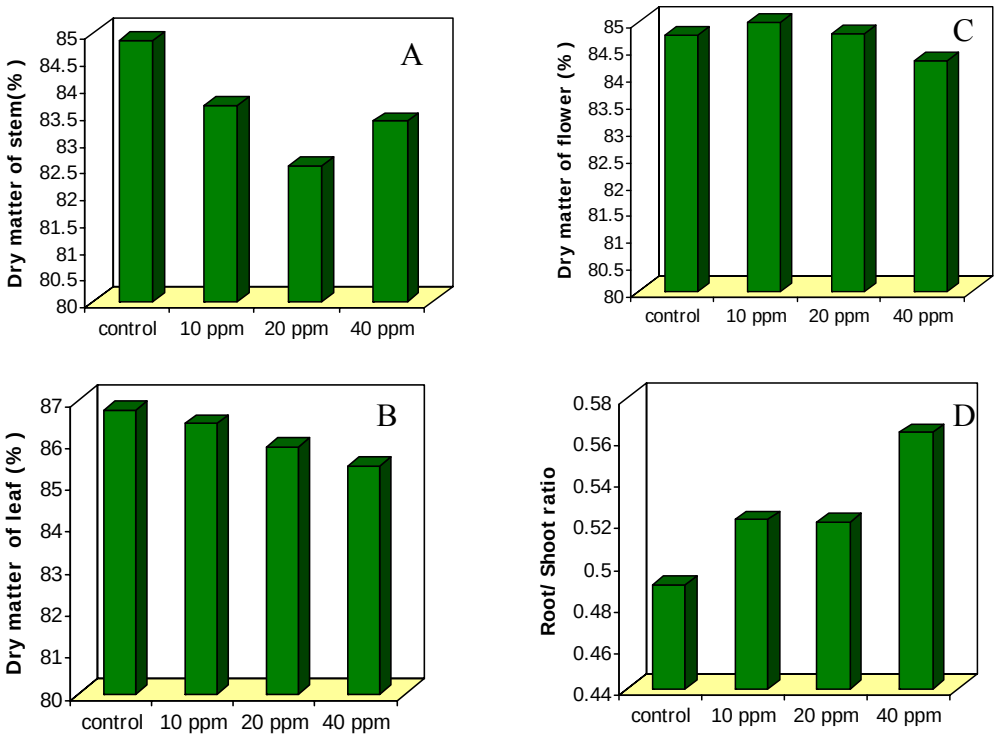


Figure 1 Effect of chitosan concentration at 0,10, 20 or 40 ppm on dry matter of stem(A), leaf (B), flower (C) and root/shoot ratio (D) of *Tagetes sp.*

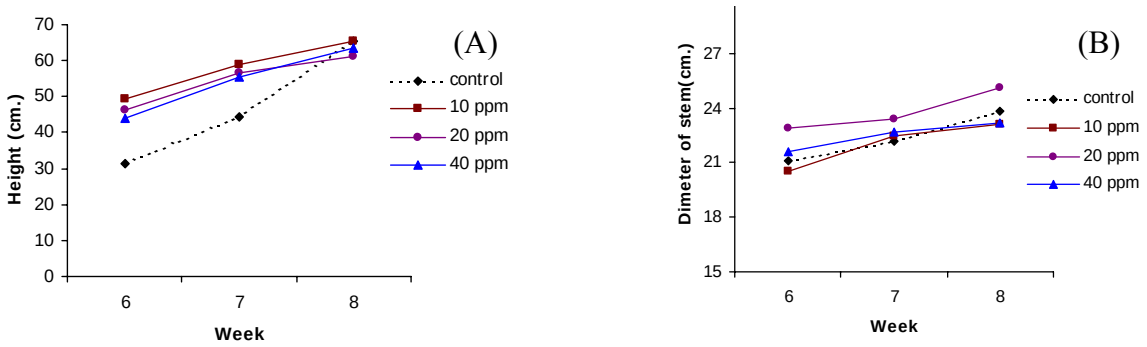


Figure 2 Effect of chitosan concentration at 0, 10, 20 or 40 ppm on height (A)and dry matter of stem (B) of *Tagetes sp.*

Table 1 Effect of chitosan concentration at 0,10,20 or 40 ppm on number of ud flower/plant and number of opened flower/plant of *Tagetes sp.*

Concentration (ppm)	Number of flower bud/plant	Number of opened flower/plant
0	1.8	1
10	1.7	1.1
20	1.7	1.5
40	1.8	1

สรุปและวิจารณ์ผล

การใช้ไคโตซานสามารถชักนำการออกดอกและการบานของดาวเรืองได้ ให้ผลเช่นเดียวกับงานทดลองของ Ohta และคณะ (2001) รายงานว่าไคโตซานทำให้ดอก *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cv. Kairyou Wakamurasaki มีน้ำหนักสด จำนวนดอกเพิ่มขึ้นมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซาน เนื่องจากไคโตซานกระตุ้นกระบวนการพัฒนาของตาดอก (Uddin และคณะ, 2004) การให้ไคโตซานความเข้มข้น 40 พีพีเอ็ม ทำให้ดาวเรืองมีเปอร์เซ็นต์น้ำหนักแห้งของต้นและใบมากกว่าดาวเรืองที่ไม่ได้สารไคโตซาน อย่างไรก็ตามไคโตซานไม่มีผลต่ออัตราส่วนของรากต่อยอดดาวเรือง จากรายงานการวิจัยพบว่าไคโตซานที่ให้พืชทั้งทางใบหรือทางดินสามารถชักนำให้พืชมีการเจริญเติบโตดีกว่าต้นที่ไม่ได้รับไคโตซาน (Ohta และคณะ, 2000, Ohta และคณะ, 2004, Ait Barka และคณะ, 2004) อย่างไรก็ตามการตอบสนองของพืชต่อไคโตซานขึ้นอยู่กับชนิดพืช (Ohta และคณะ, 2004) ดังนั้นการที่ไคโตซานสามารถกระตุ้นการเจริญและเร่งการออกดอกของดาวเรือง น่าจะส่งผลต่อการลดต้นทุนการเพาะเลี้ยงอุตสาหกรรมการผลิตดาวเรืองได้ ในแง่ของเวลาที่ใช้ในการจัดการและค่าแรงงาน

เอกสารอ้างอิง

Ait Barka, E., Eullaffroy, P., Clément, C. and Vernet, G., 2004, Chitosan improves development, and protects *Vitis vinifera* L. against *Botrytis cinerea*, Plant Cell Reports, 22: 608-614.

Nge, K. L., New, N., Chandrkrachange, S. and Stevens, W. F., 2006, Chitosan as a growth stimulator in orchid tissue culture, Plant Science, 170: 1185-1190.

Ohta, K., Asao, T. and Hosoki, T., 2001, Effects of chitosan treatments on seedling growth, chitinase activity and flower quality in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. 'Kairyou Wakamurasaki'. Journal of Horticultural Science and Biotechnology, 76(5): 612-614.

Ohta, K., Atarashi,. H., Shimatani, Y., Matsumoto, S., Asao, T. and Hosoki, T, 2000, Effect of chitosan with or without nitrogen treatments on seedling growth in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn. cv. Kairyou Wakamurasaki, Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 69(1): 63-65.

Ohta, K., Morishita, S., Suda, K., Kobayashi, N. and Hosoki, T., 2004, Effect of chitosan Soil Mixture Treatment in the Seedling Storage on the Growth and Flowering of Several Ornamental Plants, Journal of the Japanese Society for Horticultural Science, 73(1): 66-68.

Uddin, A.F.M.J., Hashimoto, F., Shimiza, K. and Sakata, Y., 2004, Monosaccharides and chitosan sensing in bud growth and petal pigmentation in *Eustoma grandiflorum* (Raf.) Shinn., Scientia Horticulturae, 100: 127-138.

Utsunomiya, N. and Kinai, H., 1994, Effect of chitosan-oligosaccharides soil conditioner on the growth of passionfruit, Journal of the Japanese Society for Horticultural Science 64, 176-177 (in Japanese).

Tsugita, T., Takahashi, K., Muraoka, T. and Fukui, H., 1993, The application of chitin/chitosan for agriculture, 7th Symposium on Chitin and Chitosan, Fukui, Japan, pp 21-22 (in Japanese).

Wanichpongpan, P., Suriyachan, K., and Chandrkrachang, S., 2001, Effect of chitosan on the growth of Gerbera flower plant (*Gerbera jamesonii*). Chitin andchitosan: Chitin and Chitosan in Life Science, Yamaguchi, Japan, pp 198-201.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 204-207 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 204-207 (2550)

ผลของการแช่น้ำอุ่นที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าบวบเหลี่ยม

Effects of Warm Water Soaking on Germination and Seedling Growth of Angled Luffa

ภาณุมาศ ฤทธิไชย[1] และ ปิยดา บูลการ[1]
Rithichai, P.[1] and Boonkarn, P.[1]

Abstract

Effects of warm water soaking on germination and seedling growth of angled luffa were investigated. Soaking seeds in warm water at 50°C for 30, 60, 120, 240, 480 minutes and in water for 12 hours before drying to the initial moisture content were compared to control. The results indicated that mean emergence time varied from 6.67 to 8.90 days with non-significant difference among treatments. Germination percentage increased when seeds were soaked in warm water for 30, 60 and 120 minutes. Soaking seeds in warm water for 30 minutes gave the highest germination percentage of 88.89. Seedling height, root length, dry weights of stem and root at 14 days after sowing were similar in all treatments except soaking seeds in warm water for 480 minutes gave the smallest seedling with significant difference.

Keywords : *Luffa acutangula*, germination, seedling growth

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของการแช่น้ำอุ่นที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าบวบเหลี่ยม โดยการแช่เมล็ดในน้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 60 120 240 และ 480 นาที ในน้ำ 12 ชั่วโมง ก่อนนำมาลดความชื้นให้เท่ากับความชื้นเริ่มต้นเปรียบเทียบกับ control พบว่าความเร็วในการงอกของเมล็ด มีค่า mean emergence time อยู่ในช่วง 6.67-8.90 วัน และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเพิ่มขึ้นเมื่อแช่ในน้ำอุ่น นาน 30 60 และ 120 นาที โดยการแช่เมล็ดในน้ำอุ่น นาน 30 นาที เมล็ดมีความงอกสูงสุด 88.89 เปอร์เซ็นต์ ส่วนต้นกล้าบวบเหลี่ยมที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด มีความสูง ความยาวราก น้ำหนักแห้งของต้นและรากใกล้เคียงกันทุกสิ่งทดลอง ยกเว้นการแช่เมล็ดในน้ำอุ่นนาน 480 นาที ที่ต้นกล้ามีขนาดเล็กที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองอื่น

คำสำคัญ: *Luffa acutangula*, การงอก, การเจริญเติบโตของต้นกล้า

คำนำ

บวบเหลี่ยม (*Luffa acutangula*) เป็นพืชในวงศ์ Cucurbitaceae มีถิ่นกำเนิดในประเทศอินเดีย (Singh และ Singh, 1998) และมีการกระจายพันธุ์ทั่วไปในประเทศเขตร้อน (อุไร, 2547) การขยายพันธุ์บวบเหลี่ยมนิยมใช้เมล็ดพันธุ์หยอดในแปลงปลูกโดยตรง ซึ่งโดยทั่วไปการเพาะเมล็ดในแปลงปลูก มักมีความงอกลดลง เนื่องจากความเครียดที่เกิดจากสภาพแวดล้อมที่แปรปรวน การกระตุ้นการงอกของเมล็ดก่อนปลูก จะทำให้เมล็ดทนต่อสภาวะเครียดและงอกได้เร็วขึ้น อีกทั้งยังมีความสม่ำเสมอในการงอก ส่งผลให้ต้นกล้าเจริญเติบโตได้ดี มีพัฒนาการสม่ำเสมอ และสามารถเก็บเกี่ยวผลผลิตได้เร็วขึ้น

การแช่เมล็ดในน้ำอุ่นก่อนนำไปเพาะ เป็นวิธีการหนึ่งที่นิยมใช้กระตุ้นการงอกของเมล็ดที่มีเปลือกหนาและแข็ง โดยอุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาในการแช่แตกต่างกันไปตามชนิดพืช เมล็ดพืชที่มีเปลือกแข็งมักจะแช่เมล็ดในน้ำอุณหภูมิค่อนข้างสูง เพื่อให้ความร้อนไปละลายสารที่เคลือบอยู่บนเยื่อหุ้มเมล็ด และทำให้เยื่อหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่ม ยอมให้น้ำซึมผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ แต่การแช่เมล็ดในน้ำที่ร้อนเกินไปหรือนานเกินไป อาจทำให้ต้นอ่อนถูกทำลาย เมล็ดงอกผิดปกติหรือเมล็ดตายไป (วัลลภ, 2540) จากการศึกษาของ Hsu และคณะ (2003) พบว่า การแช่เมล็ดมะระในน้ำอุ่น อุณหภูมิ 40 องศาเซลเซียส นาน 4 ชั่วโมง เมล็ดมีความเร็วในการงอกและเปอร์เซ็นต์การงอกเพิ่มขึ้น แต่ถ้าหากอุณหภูมิของน้ำอุ่นเพิ่มสูงขึ้นเป็น 50 องศาเซลเซียส ระยะเวลาในการแช่ลดลงเหลือ 60 นาที จึงจะทำให้เมล็ดงอกได้ดีขึ้น (Wang และคณะ, 2003) หรือการแช่เมล็ด *Corchorus olitorius* ในน้ำอุณหภูมิ 80 องศาเซลเซียส นาน 10 นาที ช่วยให้ความงอกเพิ่มขึ้น เนื่องจากความร้อนทำให้เปลือก

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีการเกษตร คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ศูนย์รังสิต ปทุมธานี 12121
[1]Department of Agricultural Technology, Faculty of Science and Technology, Thammasat University, Rangsit Campus, Pathumthani 12121

หุ้มเมล็ดเกิดรอยแตก และเมื่อเกิดการงอกทำให้น้ำเข้าสู่ภายในเมล็ดได้ดีขึ้น (Velempini และคณะ, 2003) นอกจากนี้การแช่เมล็ดทานตะวันป่าในน้ำอุณหภูมิ 80 และ 100 องศาเซลเซียส นาน 11-15 นาที ช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดให้สูงขึ้น ถ้าระยะเวลาในการแช่เมล็ดนานขึ้นความงอกจะลดลงเนื่องจากต้นอ่อนถูกความร้อนทำลาย (Akinola และคณะ, 2000) ซึ่งจะเห็นได้ว่า อุณหภูมิของน้ำและระยะเวลาที่เหมาะสมในการกระตุ้นการงอกของพืชแต่ละชนิดจะแตกต่างกันไป ดังนั้นในการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการแช่น้ำอุ่นที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าบวบเหลี่ยม

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดบวบเหลี่ยมลูกผสมพันธุ์เฮอร์คิวลิส จากบริษัท อีสต์ เวสท์ ซีด จำกัด ความชื้น 4.91 เปอร์เซ็นต์ และ ความงอก 67.78 เปอร์เซ็นต์ มาแช่ในน้ำ 12 ชั่วโมง หรือแช่ในน้ำอุ่น โดยแช่ใน Water bath อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 60 120 240 และ 480 นาที จากนั้นนำเมล็ดไปผึ่งให้แห้งบนกระดาษเพาะที่อุณหภูมิห้อง นาน 48 ชั่วโมง จนเมล็ดมีความชื้นเท่ากับความชื้นเริ่มต้น

นำเมล็ดที่เตรียมไว้ทุกสิ่งทดลองจำนวน 3 ซ้ำๆ ละ 30 เมล็ด มาเพาะในถาดเพาะที่บรรจุด้วยพีทมอส โดยฝังเมล็ดลึกประมาณ 2 เซนติเมตร วางถาดเพาะไว้ในโรงเรือนทดลองและให้น้ำทุกวัน บันทึกจำนวนต้นกล้าที่งอกทุกวัน โดยเริ่มบันทึกเมื่อเห็นส่วน hypocotyl งอกขึ้นมาเหนือพีทมอส คำนวณค่าความเร็วในการงอกของเมล็ด (Mean Emergence Time; MET) โดยใช้สูตรของ Ellis และ Roberts (1980) เมื่ออายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด บันทึกจำนวนต้นกล้าที่งอก ความสูง ความยาวราก น้ำหนักแห้งของต้นและราก พร้อมทั้งประเมินผลเมล็ดที่ไม่งอก

การวิเคราะห์ข้อมูล วิเคราะห์ความแปรปรวนตามแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design เปรียบเทียบความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95% วิเคราะห์ค่าสหสัมพันธ์ระหว่างผลของการแช่น้ำอุ่นที่มีต่อการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้าบวบเหลี่ยม โดยใช้โปรแกรม SAS Version 6.12

ผลและวิจารณ์ผล

การแช่เมล็ดบวบเหลี่ยมในน้ำอุ่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 60 120 240 และ 480 นาที หรือในน้ำนาน 12 ชั่วโมง พบว่า ความเร็วในการงอกของเมล็ด มีค่า MET อยู่ในช่วง 6.67-8.90 วัน และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ (Table 1) แสดงว่า การแช่เมล็ดในน้ำอุ่น ในระยะเวลาต่างๆ ดังกล่าว หรือการแช่น้ำ 12 ชั่วโมง ไม่สามารถกระตุ้นให้เมล็ดบวบเหลี่ยมงอกได้เร็วขึ้น อย่างไรก็ตาม ระยะเวลาในการแช่น้ำอุ่นมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความเร็วในการงอกเป็นแบบทางบวก (Table 2) ชี้ให้เห็นว่า การแช่น้ำอุ่นนานเกินไป มีแนวโน้มทำให้เมล็ดใช้เวลาในการงอกนานขึ้น หรือทำให้เมล็ดงอกช้าลง

การแช่เมล็ดในน้ำอุ่น นาน 30 60 120 และ 240 นาที พบว่า เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงกว่าการแช่เมล็ดในน้ำ 12 ชั่วโมง และ control โดยการแช่เมล็ดในน้ำอุ่น นาน 30 60 และ 120 นาที เมล็ดมีความงอกใกล้เคียงกัน คือ 88.89 84.44 และ 85.56 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ (Table 1) การแช่เมล็ดในน้ำอุ่นในระยะเวลาที่เหมาะสม ทำให้เมล็ดบวบเหลี่ยมมีความงอกสูงขึ้น เนื่องจากความร้อนไปละลายสารที่เคลือบอยู่บนส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ด ทำให้เปลือกหุ้มเมล็ดอ่อนนุ่มลงยอมให้น้ำซึมผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ อีกทั้งน้ำอุ่นจะผ่านเข้าสู่เมล็ดได้เร็วกว่าปกติ เพราะความร้อนช่วยเพิ่มพลังงานจลน์ของน้ำทำให้น้ำผ่านเข้าไปในเมล็ดได้ดี (วัลลภ, 2540) ในการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างระยะเวลาในการแช่น้ำอุ่นกับเปอร์เซ็นต์การงอก พบว่าระยะเวลาในการแช่น้ำอุ่นมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับเปอร์เซ็นต์การงอกโดยมีความสัมพันธ์ทางลบ (Table 2) แสดงว่า การแช่น้ำอุ่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นานเกินไปมีแนวโน้มทำให้เมล็ดมีความงอกลดลง และจากผลการทดลองพบว่าการแช่ในน้ำอุ่น นาน 480 นาที เมล็ดมีความงอกต่ำที่สุด คือ 27.78 เปอร์เซ็นต์ อีกทั้งยังพบเมล็ดตายเป็นจำนวนมากถึง 42.22 เปอร์เซ็นต์ (ไม่ได้แสดงข้อมูล) เนื่องจากการแช่เมล็ดในน้ำอุ่นนานเกินไป ความร้อนจะทำให้ปฏิกิริยาของเอนไซม์หรือกระบวนการ metabolism บางอย่างของเมล็ดหยุดชะงักชั่วคราวหรือถาวร ส่งผลให้เมล็ดบางส่วนงอกไม่ได้ นอกจากนี้อาจทำลายต้นอ่อนและเนื้อเยื่ออื่น ๆ ทำให้เมล็ดมีการงอกที่ผิดปกติหรือตายไป (วัลลภ, 2540, Velempini และคณะ, 2003) ดังนั้นการแช่เมล็ดบวบเหลี่ยมในน้ำอุ่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 60 หรือ 120 นาที จึงเป็นระยะเวลาที่เหมาะสม และทำให้เมล็ดมีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงขึ้น ซึ่งสอดคล้องกับการทดลองในเมล็ดมะระที่แช่น้ำอุ่นอุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 60 นาที ทำให้ความงอกเพิ่มขึ้นเช่นกัน (Wang และคณะ, 2003)

Table 1 Effects of warm water soaking on mean emergence time (MET), germination percentage, plant height, root length, stem and root dry weights of angled luffa seedling.

Treatment[1]	MET (days)	% Germination	Plant height (cm)	Root length (cm)	Dry weight (mg)	
					Stem	Root
1	6.67	67.78[ab]	4.47[ab]	20.83[a]	248.19[a]	48.92[a]
2	7.43	66.67[b]	4.03[b]	20.20[a]	206.55[abc]	40.11[b]
3	7.67	88.89[a]	4.43[ab]	20.93[a]	195.61[abc]	30.54[cd]
4	7.20	84.44[ab]	5.06[a]	20.07[a]	238.50[ab]	37.50[bc]
5	7.93	85.56[ab]	4.60[ab]	19.00[a]	195.58[abc]	28.83[cd]
6	8.13	73.33[ab]	4.17[ab]	19.93[a]	190.72[bc]	31.89[bcd]
7	8.90	27.78[c]	2.83[c]	13.67[b]	153.40[c]	24.07[d]
C.V.(%)	10.46	15.72	10.66	9.73	13.68	13.65

[1] Treatment; 1 = Control, 2 = Soaking in water for 12 hours, 3, 4, 5, 6 and 7 = Soaking in warm water 50°C for 30, 60, 120, 240 and 480 min, respectively.

Means within columns followed by the same letter are not significantly different at 0.05 levels of probability according to Duncan's multiple range test.

Table 2 Correlation coefficient and regression equation between warm water soaking duration and germination and growth of angled luffa seedling.

Data	Correlation coefficient	Regression equation
Mean emergence time	0.599*	y = 7.363+0.003x
Germination percentage	-0.916**	y = 97.037-0.134x
Seedling Height	-0.825**	y = 4.994-0.004x
Root length	-0.791**	y = 21.433-0.014x
Stem dry weight	-0.624*	y = 219.868-0.134x
Root dry weight	-0.554*	y = 34.168-0.019x

*, ** Significant at the 0.05 and 0.01 levels of probability, respectively.

ต้นกล้าบวบเหลี่ยมที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ดนั้น พบว่ามีความสูง ความยาวราก น้ำหนักแห้งของต้น และรากใกล้เคียงกันทุกสิ่งทดลอง ยกเว้นการแช่เมล็ดในน้ำอุ่น นาน 480 นาที ที่ต้นกล้ามีขนาดเล็ก และแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับต้นกล้าในสิ่งทดลองอื่น (Table 1) ทั้งนี้เนื่องจากการแช่เมล็ดบวบเหลี่ยมในน้ำอุ่น นาน 480 นาที เมล็ดงอกช้า โดยมีค่า MET 8.90 วัน ส่งผลให้การพัฒนาของต้นและรากเกิดขึ้นช้ากว่าต้นที่งอกออกมาก่อนในสิ่งทดลองอื่น นอกจากนี้ยังพบว่าระยะเวลาในการแช่น้ำอุ่นมีความสัมพันธ์เชิงเส้นตรงกับความสูง ความยาวราก น้ำหนักแห้งของต้นและราก โดยมีลักษณะ

ความสัมพันธ์ทางลบ (Table 2) แสดงว่าการแช่น้ำอุ่นนานเกินไปส่งผลให้ความสูง ความยาวราก และน้ำหนักแห้งของต้นและรากลดลง

สรุปผล

จากการแช่เมล็ดบวบเหลี่ยมในน้ำอุ่น อุณหภูมิ 50 องศาเซลเซียส นาน 30 60 120 240 และ 480 นาที ในน้ำ 12 ชั่วโมง เปรียบเทียบกับ control พบว่าความเร็วในการงอกของเมล็ด มีค่า MET อยู่ในช่วง 6.67-8.90 วัน และไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติในทุกสิ่งทดลอง เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้น เมื่อแช่ในน้ำอุ่น นาน 30 60 และ 120 นาที โดยการแช่เมล็ดในน้ำอุ่น นาน 30 นาที มีความงอกสูงสุด คือ 88.89 เปอร์เซ็นต์ ต้นกล้าบวบเหลี่ยม ที่อายุ 14 วันหลังเพาะเมล็ด มีความสูง ความยาวราก น้ำหนักแห้งของต้นและรากใกล้เคียงกันทุกสิ่งทดลอง ยกเว้นการแช่เมล็ดในน้ำอุ่น นาน 480 นาที ที่ต้นกล้ามีขนาดเล็กที่สุด และมีความแตกต่างทางสถิติกับสิ่งทดลองอื่น

เอกสารอ้างอิง

วัลลภ สันติประชา, 2540, เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์, ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, สงขลา, 227 หน้า.

อุไร จิรมงคลการ, 2547, ผักพื้นบ้าน 2, บริษัท อมรินทร์พริ้นติ้งแอนด์พับลิชชิ่ง จำกัด (มหาชน), กรุงเทพฯ, 223 หน้า.

Akinola, J. O., Larbi, A., Farinu, G. O. and Odunsi, A. A., 2000, Seed treatment methods and duration effects on germination of wild sunflower, Journal of agronomy, 36: 63-69.

Ellis, R. H. and Roberts, E. H., 1980, The influence of temperature and moisture on seed viability period in barley (*Hordeum distichum* L.), Annual Botany, 45: 31-37.

Hsu, C. C., Chen, C. L., Chen, J. J. and Sung J. M., 2003, Accelerated aging-enhanced lipid peroxidation in bitter gourd seeds and effects of priming and hot water soaking treatments, Science Horticulture, 98: 201-212.

Singh, R. D. and Singh, J. P., 1998, Improvement and cultivation : *Langenaria* and *Luffa*, *In*: N. M. Nayar and T. A. More (eds.), Cucurbits, Science Publishers, Inc., USA, pp. 199-203.

Velempini, P., Riddoch, I. and Batisani, N., 2003, Seed treatments for enhancing germination of wild okra (*Corchorus olitorius*), Journal of agronomy, 39: 441-447.

Wang, H. Y., Chen, C. L. and Sung, J. M., 2003, Both warm water soaking and matriconditioning treatments enhance anti-oxidation of bitter gourd seeds germinated at sub-optimal temperature, Seed Science & Technology, 31: 47-56.

ฟิล์มบริโภคได้จากผงบุกและการประยุกต์ใช้เป็นสารเคลือบผิวชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์

Edible film from konjac powder and application on coating 'Tup tim jun' java apple (*Eugenia jumbos*)

ชูสิทธิ์ หงษ์กุลทรัพย์[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[2] และชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล[1]
Hongkulsup, C.[1], Uthairatanakij, A.[2] and Borompichaichartkul, C.[1]

Abstract

The study was on the preparation of konjac films from konjac powder 1% and glycerol 0.3% (treatment 1) and from konjac powder 1%, glycerol 0.3% and KOH 0.5 M 0.14% (treatment 2). The results showed that additional KOH affected the properties of konjac film. Konjac film with added KOH had higher tensile strength and elongation but significantly lower water vapour permeability and oxygen permeability than Konjac film without adding KOH ($p \leq 0.05$). The following study was on the effect of edible konjac coating for 'Tup tim jun' java apple. Konjac coating (treatment 1) and (treatment 2) were compared with non-coating (control) at storage temperature 13°C and relative humidity 88%. The results showed that the coating delayed the change of java apple's quality. Both konjac coatings could significantly retard firmness, weight loss, respiration rate and ethylene production ($p \leq 0.05$) during 15 days storage. Comparation between film treatment 1 and treatment 2 showed that konjac film with added KOH could significantly retard weight loss more than Konjac film without adding KOH. ($p \leq 0.05$)

Keywords : Konjac, Edible film, 'Tup tim jun' Java apple

บทคัดย่อ

การศึกษาการเตรียมฟิล์มจากผงบุก โดยเตรียมฟิล์มจากผงบุกความเข้มข้น 1% กับกลีเซอรอล 0.3% (Treatment 1) และฟิล์มจากผงบุกความเข้มข้น 1% กลีเซอรอล 0.3% และ KOH ความเข้มข้น 0.5 M 0.14% (Treatment 2) พบว่าสารละลายด่าง (KOH) มีผลต่อสมบัติของฟิล์มบุก โดยฟิล์มบุกที่เติม KOH มีค่าการต้านทานแรงดึงขาด การยืดตัวสูงกว่า แต่ค่าการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซO2ต่ำกว่าฟิล์มบุกที่ไม่มี KOH ($p \leq 0.05$) และจากการศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยสารละลายบุกต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์ โดยมี 3 ทรีตเมนต์ คือ ชมพู่ไม่เคลือบผิว ชมพู่เคลือบผิวด้วยสารละลาย Treatment 1 และชมพู่เคลือบผิวด้วยสารละลาย Treatment 2 โดยทั้งหมดเก็บที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 88% พบว่าสารเคลือบผิวช่วยลดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชมพู่ โดยสารเคลือบผิวทั้งสองทรีตเมนต์สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ลดอัตราการหายใจ และอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนได้ดีกว่าชมพู่ที่ไม่เคลือบผิว ($p \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างฟิล์มบุกทั้งสองทรีตเมนต์พบว่า KOH มีผลทำให้ฟิล์มบุกสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลชมพู่ได้ ($p \leq 0.05$) เมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มบุกที่ไม่ได้เติม KOH

คำสำคัญ : **บุก, สารเคลือบผิว, ชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์**

คำนำ

กลูโคแมนแนนในหัวบุกเป็นสารโพลีแซคคาไรด์สามารถนำมาผลิตเป็นฟิล์มชนิดบริโภคได้ (edible film) ที่มีคุณสมบัติป้องกันการซึมผ่านของไอน้ำ ก๊าซออกซิเจน (O_2) และก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (CO_2) (Cheng และคณะ, 2002) ในปัจจุบันชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์เป็นชมพู่พันธุ์ที่กำลังได้รับความนิยมจากผู้บริโภคในประเทศไทย เพราะเนื้อผลกรอบแข็ง ความแน่นเนื้อสูง ผลขนาดใหญ่ และไม่มีเมล็ด ประกอบกับมีสีผลเป็นลักษณะเด่น คือ มีสีผิวเป็นสีแดงเข้มตลอดทั้งผล (เปรมปรี, 2543) นอกจากนี้ ชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์ยังมีราคาจำหน่ายสูงกว่าชมพู่พันธุ์อื่นๆ ดังนั้นจึงเป็นพันธุ์ที่มีการสนับสนุนในการเพาะปลูกและผลิต เพื่อการส่งออกในอนาคตและสำหรับตลาดภายในประเทศ ชมพู่เป็นผลไม้ที่มีน้ำเป็นองค์ประกอบประมาณร้อยละ 90-92 จัดเป็นผลไม้ที่มีน้ำมาก และมีผิวเปลือกที่บางจึงมักเกิดอาการเหี่ยว เนื่องจากสูญเสียน้ำจากช่องเปิดต่างๆ ได้ง่าย รวมทั้งช้ำและเน่าเสียง่าย ทำให้มีอายุการเก็บรักษาสั้น (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542) ดังนั้นการใช้สารเคลือบผิวในปริมาณที่เหมาะสมควบคู่กับการเก็บรักษาที่อุณหภูมิต่ำ น่าจะเป็นแนวทางในการแก้ปัญหาเพื่อลดการสูญเสียน้ำ ชะลออัตรา

[1]ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถนนพญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ 10330
[1]Department of Food Technology, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Payathai Rd., Patumwan, Bangkok, 10330
[2]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[2]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein Bangkok, 10150

การหายใจ การสุก ลดความเสียหาย และความผิดปกติทางสรีรวิทยาของผลชมพู่ได้ งานวิจัยนี้จึงมีแนวคิดที่จะนำผงบุกไปใช้ประโยชน์ โดยทำเป็น Edible Film เคลือบผิวชมพู่ เพื่อศึกษาสมบัติของฟิล์มบุกและผลของการเคลือบผิวด้วยผงบุกต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์ และเป็นแนวทางในการพัฒนาและใช้ประโยชน์จากหัวบุกต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมฟิล์มบุกโดยละลายผงบุกที่สกัดจากหัวบุกพันธุ์เนื้อทราย (*Amorphophallus oncophyllus*) ด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นร้อยละ 1.0 โดยมวลต่อปริมาตร กวนด้วยแท่งแม่เหล็กเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง เติมกลีเซอรอลร้อยละ 0.3 โดยมวลต่อปริมาตร กวนต่อ 20 นาที (treatment 1) และเตรียมฟิล์มบุกที่มี KOH ตามวิธีของ Cheng และคณะ (2002) โดยละลายผงบุกด้วยน้ำกลั่นให้มีความเข้มข้นร้อยละ 1.0 โดยมวลต่อปริมาตร กวนด้วยแท่งแม่เหล็กเป็นเวลาประมาณ 3 ชั่วโมง เติมสารละลาย KOH 0.5 ความเข้มข้น M ในปริมาณร้อยละ0.14% โดยปริมาตรต่อปริมาตร กวนเป็นเวลาประมาณ 15 นาที ตั้งทิ้งไว้ 1 ชั่วโมง เติมกลีเซอรอลร้อยละ 0.3% โดยมวลต่อปริมาตร กวนต่อ 20 นาที (treatment 2) ขึ้นรูปฟิล์มบุกโดยนำสารละลาย 110 มิลลิลิตร เทบนถาดเมลามีนขนาด 28 × 14 cm. อบที่อุณหภูมิ 50°C เป็นเวลา 10 ชั่วโมง ลอกแผ่นฟิล์มออกและเก็บที่อุณหภูมิห้อง ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 67±2 เพื่อทดสอบสมบัติของฟิล์มบุก วัดความหนาโดยเครื่องไมโครมิเตอร์ ทดสอบค่าการต้านทานแรงดึงและการยืดตัว (Texture Analyzer TA-XT 2, หัววัด tensile grip) ทดสอบการซึมผ่านของ O_2 โดยเครื่อง Oxygen Permeability Analyser Model 8500 ทดสอบการซึมผ่านของไอน้ำตามวิธี ASTM E96-80 การเตรียมสารเคลือบผิวทำตามวิธีการเตรียมสารละลายบุกเพื่อทำฟิล์ม เคลือบผิวชมพู่โดยวิธีจุ่มชมพู่ในสารเคลือบผิวให้ท่วมผล นำขึ้นทันทีวางผึ่งให้แห้ง สิ่งทดลอง คือ ชมพู่ที่ไม่เคลือบผิว ชมพู่ที่เคลือบผิวด้วยสารละลายบุก treatment 1 และชมพู่ที่เคลือบผิวด้วยสารละลายบุก treatment 2 เก็บที่อุณหภูมิ 13°C ความชื้นสัมพัทธ์ 88% เพื่อทดสอบคุณภาพของชมพู่ระหว่างการเก็บรักษา หาเปอร์เซ็นต์การสูญเสียน้ำหนัก วัดความแน่นเนื้อของผลโดยเครื่อง Texture Analyzer TA-XT 2 หัววัดขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 2 มม. วัดการเปลี่ยนแปลงสีของผิวโดยเครื่อง Chroma Meter (Model CR-300 Series, Minolta) ปริมาณวิตามินซีโดยวิธี 2, 6 dichlorophenol indophenol titrimetric method วัดปริมาณของแข็งที่ละลายน้ำได้ (°Brix) วัดอัตราการหายใจโดยเครื่อง gas chlomatography รุ่น GC-8A วัดอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนโดยเครื่อง gas chlomatography รุ่น GC-14B และประเมินการยอมรับของผู้บริโภค โดยวางแผนการทดลองแบบ CRD มี 3 ซ้ำ แต่ละซ้ำใช้ชมพู่จำนวน 4 ผล ตรวจสอบคุณภาพชมพู่ทุกๆ 3 วัน และวางแผนการทดลองแบบสุ่มในบล็อกสมบูรณ์ RCBD สำหรับการทดสอบทางประสาทสัมผัส

ผลและวิจารณ์ผล

ฟิล์มบุกที่เติมสารละลาย KOH มีค่าการต้านทานแรงดึงขาดและการยืดตัวสูงกว่า แต่มีความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำและ O_2 ต่ำกว่าฟิล์มบุกที่ไม่เติมสารละลาย KOH ($p \leq 0.05$) ดังแสดงใน Figure 1 เนื่องจากสารละลายด่าง KOH ทำให้เกิดการดึงหมู่อะซิทิล (deacetylation) ซึ่งเป็นตัวขัดขวางการจับกันระหว่างโมเลกุลของกลูโคแมนแนนออก ทำให้โมเลกุลกลูโคแมนแนนจับกันด้วยพันธะไฮโดรเจนได้มากขึ้น เกิดเป็นลักษณะโครงสร้างตาข่ายที่เป็นระบบมากขึ้น (Cheng และคณะ, 2002) สอดคล้องการศึกษาของ Kubodera (1989) ที่เตรียมฟิล์มบุกโดยใช้ด่างร่วมทำให้เกิดฟิล์มที่มีลักษณะแข็งแรงมากขึ้น และการเกิด deacetylation ช่วยลดจำนวนของหมู่ที่มีขั้วอิสระ (-OH) ให้น้อยลงจึงไปขัดขวางการซึมผ่านของไอน้ำ เนื่องจากความสามารถในการซึมผ่านของไอน้ำในแผ่นฟิล์มจะขึ้นกับจำนวนของหมู่ที่มีขั้วอิสระ (-OH) ของโพลีเมอร์ นอกจากนี้พลังงานในการดึงดูดระหว่างสายโซ่โพลิเมอร์มีความสัมพันธ์กับพลังงานที่ไปกระตุ้นการแพร่กระจายของก๊าซและไอน้ำผ่านแผ่นฟิล์ม เมื่อพลังงานในการดึงดูดระหว่างสายโซ่โพลิเมอร์สูงขึ้น ทำให้การแพร่กระจายของก๊าซและไอน้ำผ่านแผ่นฟิล์มต้องใช้พลังงานสูงขึ้น การซึมผ่านของก๊าซและไอน้ำจึงลดลง

Table 1 Results of physical test of konjac film.

Film type	Thickness (mm)	Tensile (N/mm^2)	Elongation (%)	$P(O_2)$ ($cm^3 \mu m/m^2 dkgPa$)	WVP ($g\ mm/m^2 dkgPa$)
Konjac film	$0.0248^a \pm 0.0021$	$14.20^a \pm 0.44$	$32.24^a \pm 1.33$	$15.07^b \pm 2.13$	$1.29^b \pm 0.04$
Konjac film with KOH	$0.0244^a \pm 0.0037$	$18.48^b \pm 1.04$	$35.30^b \pm 1.26$	$11.85^a \pm 2.86$	$1.18^a \pm 0.05$

(a,b.. Means of the same column with different alphabets are significantly different ($p \leq 0.05$)

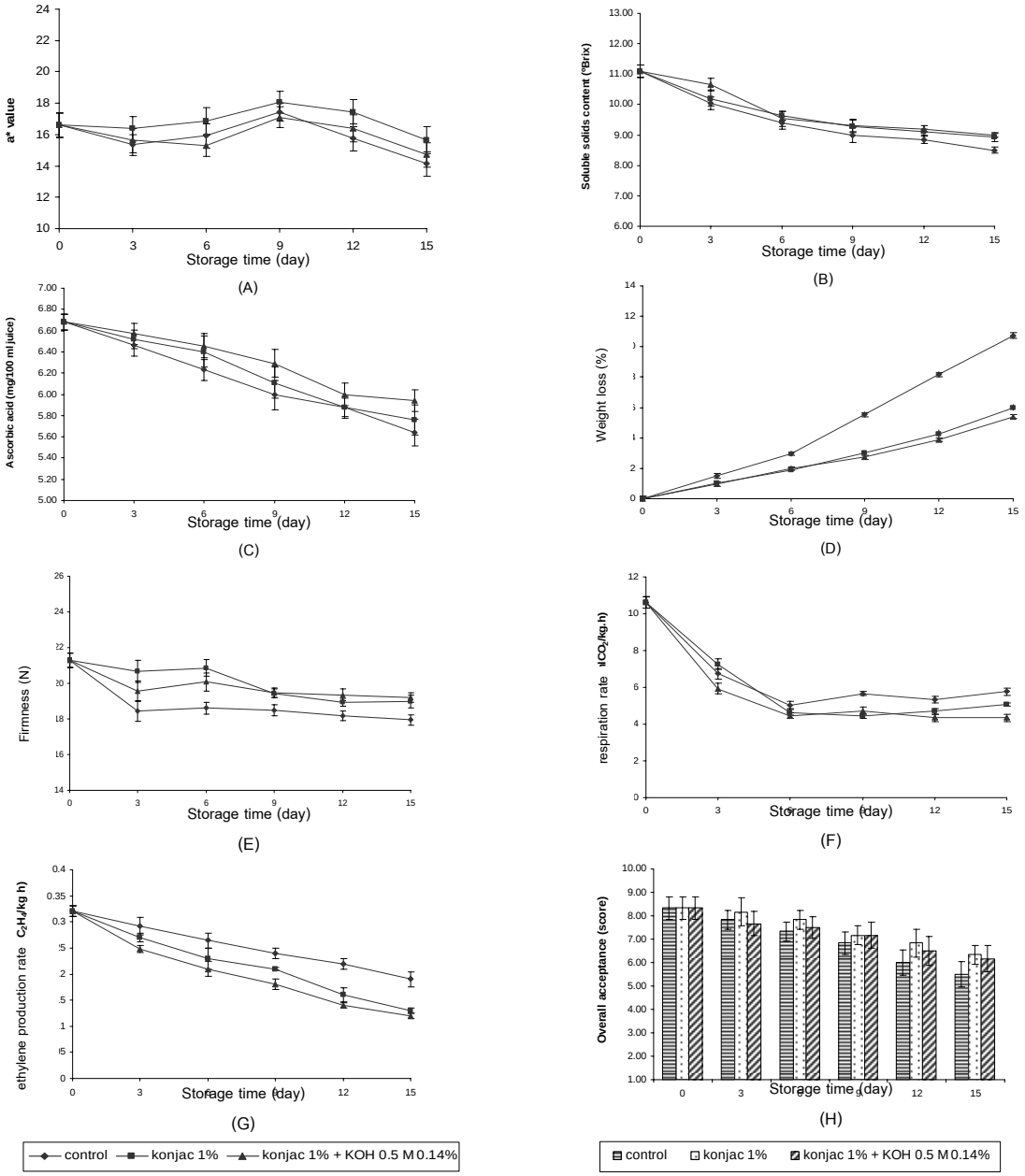


Figure 1 a* value (A), total soluble solid (B), Ascorbic acid content (C), weight loss (D), firmness (E), respiration rate (F), ethylene production rate (G) and overall acceptance (H) of 'Tup tim jun' java apple not coated, coated with 1% konjac and coated with 1% konjac + 0.14% of 0.5 M KOH storage at 13ºC (88%RM.)

การศึกษาผลของการเคลือบผิวด้วยสารละลายบุกต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์ พบว่า การเคลือบผิวด้วยผงบุกที่เติม KOH และไม่ได้เติม KOH ไม่มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงสีผิว (a*) และปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของผลชมพู่ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงใน Figure 1 สอดคล้องกับ Vargas และคณะ (2006) ที่พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมดของสตรอเบอรี่ที่เคลือบผิวด้วยไคโตซาน และสตรอเบอรี่ที่ไม่ได้เคลือบผิวที่อุณหภูมิการเก็บ 4°C ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ

สำหรับปริมาณ ascorbic acid ของชมพู่ที่เคลือบผิวทั้งสองทรีตเมนต์ลดลงน้อยกว่าชมพู่ที่ไม่เคลือบผิว อย่างไรก็ตามไม่มีความแตกต่างระหว่างชมพู่ที่ไม่เคลือบผิวและชมพู่ที่เคลือบผิวทั้งสองทรีตเมนต์ ($p \leq 0.05$) การใช้สารเคลือบผิวจะช่วยปิดช่องเปิดทางธรรมชาติบริเวณผิว ทำให้ปริมาณ O_2 ซึมผ่านเข้าสู่ผลไม้ได้น้อยลง และปริมาณคาร์บอนไดออกไซด์ CO_2 สะสมในผลไม้สูงขึ้นส่งผลให้การทำงานของเอนไซม์ pectin esterase และ polygalacturonase ลดลง จึงช่วยรักษาความแน่น

เนื้อให้คงอยู่ (Salunkhe และคณะ, 1991) ดังนั้น ชมพู่ที่เคลือบผิวด้วยสารละลายบุก และชมพู่ที่เคลือบผิวด้วยสารละลายบุกที่มี KOH จึงมีความแน่นเนื้อสูงกว่าชมพู่ที่ไม่ได้เคลือบผิว ($p \leq 0.05$) ดังแสดงใน Figure 1

ชมพู่ที่เคลือบผิวด้วยสารละลายบุกกับ KOH มีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุด ($p \leq 0.05$) รองลงมาได้แก่ชมพู่ที่เคลือบผิวด้วยสารละลายบุกเพียงอย่างเดียว และชมพู่ที่ไม่เคลือบผิวมีแนวโน้มการสูญเสียน้ำหนักมากที่สุด ($p \leq 0.05$) ดังแสดงใน Figure 1 การใช้สารเคลือบผิวจะช่วยปกคลุม ทับ ปิดช่องเปิดต่าง ๆ ของผลไม้ จึงเป็นการลดความสามารถในการแพร่ของน้ำออกจากผลไม้ ทำให้น้ำแพร่ออกจากผลไม้ได้น้อยลง ลดการสูญเสียน้ำจากผลิตผลได้ สอดคล้องกับกมลทิพย์ และ อดิศักดิ์ (2543) ที่รายงานว่าการใช้ฟิล์มแป้งบุกเคลือบผิวส้มเขียวหวานมีแนวโน้มชะลอการสูญเสียน้ำหนักได้ดีกว่าส้มเขียวหวานที่ไม่ได้รับการเคลือบผิวในระหว่างการเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 28-30°C เป็นเวลา 20 วัน

ชมพู่ที่ไม่ได้เคลือบผิวมีอัตราการหายใจสูงกว่าผลที่เคลือบผิว ($p \leq 0.05$) เนื่องจากสารเคลือบผิวมีผลทำให้ปริมาณ O_2 ที่ผลไม้ได้รับลดลง ซึ่งในกระบวนการหายใจจำเป็นต้องใช้ O_2 ในขั้นตอนสุดท้ายเพื่อรับอิเล็คตรอน จาก cytochrome a/a3 และสารเคลือบผิวมีผลทำให้ปริมาณ CO_2 ที่สะสมในผลไม้สูงขึ้น ซึ่ง CO_2 จะยับยั้งการทำงานของเอนไซม์ succinic dehydrogenase ในวงจร Kreb's cycle ในกระบวนการหายใจ (จริงแท้ , 2541) ส่วนอัตราการผลิตเอทิลีนของชมพู่ที่เคลือบผิวทั้งสองทรีตเมนต์ลดลงมากกว่าชมพู่ที่ไม่เคลือบผิว ($p \leq 0.05$) ดังแสดงในภาพที่ 1 การที่ผลไม้ได้รับปริมาณ O_2 ลดลง ซึ่ง O_2 เป็นตัวช่วยเร่งปฏิกิริยาสุดท้ายของเอนไซม์ ACC oxidase ก่อนจะเปลี่ยน ACC ไปเป็นเอทิลีน และปริมาณ CO_2 ที่สะสมในผลไม้สูงขึ้น ซึ่ง CO_2 จะยับยั้งกิจกรรมของ ACC synthase ที่เปลี่ยนสาร S-adenosylmethionine (SAM) ไปเป็น ACC ซึ่งเป็นขั้นตอนหนึ่งในกระบวนการสังเคราะห์ก๊าซเอทิลีน (จริงแท้, 2541)

การยอมรับคุณภาพโดยรวมของชมพู่มีแนวโน้มลดลงตลอดระยะเวลาการเก็บ โดยชมพู่ที่เคลือบผิวด้วยสารละลายบุกไม่มี KOH และมี KOH มีคะแนนการยอมรับคุณภาพโดยรวมสูงกว่าผลชมพู่ที่ไม่ได้เคลือบผิวในวันสุดท้าย (วันที่ 15) ของการเก็บรักษา ($p \leq 0.05$) ดัง Figure 1

สรุปผล

สารละลายด่าง (KOH) มีผลต่อสมบัติของฟิล์มบุก โดยฟิล์มบุกที่เติม KOH มีค่าการต้านทานแรงดึงขาด การยืดตัวสูงกว่า แต่ค่าการซึมผ่านของไอน้ำและก๊าซออกซิเจนต่ำกว่าฟิล์มบุกที่ไม่มี KOH ($p \leq 0.05$) สารเคลือบผิวช่วยลดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของชมพู่ โดยสารเคลือบผิวทั้งสองทรีตเมนต์สามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนัก ความแน่นเนื้อ ลดอัตราการหายใจและอัตราการผลิตก๊าซเอทิลีนได้ดีกว่าชมพู่ที่ไม่เคลือบผิว ($p \leq 0.05$) ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษา 15 วัน และเมื่อเปรียบเทียบระหว่างฟิล์มบุกทั้งสองทรีตเมนต์ พบว่า KOH ทำให้ฟิล์มบุกสามารถลดการสูญเสียน้ำหนักของผลชมพู่ เมื่อเปรียบเทียบกับฟิล์มบุกที่ไม่ได้เติม KOH ($p \leq 0.05$)

เอกสารอ้างอิง

กมลทิพย์ เอกธรรมสุทธิ์ และอดิศักดิ์ เอกโสวรรณ, 2543, ฟิล์มแป้งบุกชนิดบริโภคได้ : การเตรียม สมบัติบางประการ และการนำไปใช้ประโยชน์, อาหาร, 30(1): 44-51.

กรมส่งเสริมการเกษตร, 2542, การปลูกชมพู่, กองเกษตรสัมพันธ์, กรมส่งเสริมการเกษตร, พิมพ์ครั้งที่ 2, 23 หน้า.

จริงแท้ ศิริพานิช, 2541, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, พิมพ์ครั้งที่ 2, 396 หน้า.

เปรมปรี ณ สงขลา. 2543} รวมกลยุทธ์ชมพู่, เจริญรัฐการพิมพ์,162 หน้า.

Cheng, L. H., Karim, A. A., Norziah, M. H. and Seow, C. C., 2002, Modification of the microstructural and physical properties of konjac glucomannan-based films by alkali and sodium carboxymethylcellulose. Food Research International, 35: 829-836.

Kubodera, M, 1989, Glucomannan/polyhydric alcohol composition and film prepared there from. US. Patent. 4,851,394.

Salunkhe, D. K., S. S. Kadam and S. J. Jadhav, 1991, Potato: production, processing,and products. CRC Press. Boca Raton, Ann Arbor, Boston, 368 p.

Vargas, M., A. Albors, A. Chiralt, C. Gonzalez-Martınez, 2006, Quality of cold-stored strawberries as affected by chitosan–oleic acid edible coatings, Postharvest Biology and Technology, 41(3): 164–171.

ผลของขนาดเมล็ดพันธุ์ที่มีต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วหรั่ง

Effect of Seed Size on Growth and Yield of Bambara Groundnut

วิชัย หวังวโรดม[1] จิระ สุวรรณประเสริฐ[2] และ นงนุช วงศ์สินชวน[1]
Wongvarodom, V.[1], Suwanprasert, J.[2] and Wongsinchuan, N.[1]

Abstract

Effect of seed size on growth and yield of bambara groundnut was conducted at the Songkhla Field Crops Research Center, Hat Yai, Songkhla, during July-November 2000. The large, medium, small and unsized Songkhla 1 variety seeds with 100 seed weight of 68, 50, 34, and 40 g (respectively) were subjected to test for days to 50% flowering, plant size, pod per plant, seed per pod, 100 seed weight, and yield per plant. The results showed that seed size had no significant influence on any of the characters studied.

Keywords : bambara groundnut, seed size, plant growth and yield

บทคัดย่อ

ศึกษาผลของขนาดเมล็ดพันธุ์ถั่วหรั่ง ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิต ทำที่ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา ระหว่างเดือนกรกฎาคม ถึง พฤศจิกายน 2543 โดยใช้เมล็ดพันธุ์พันธุ์สงขลา 1 ที่มีขนาดใหญ่ กลาง เล็ก และไม่คัดขนาด ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 68 50 34 และ 40 กรัม ตามลำดับ ทดสอบการเจริญเติบโตในด้านอายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ขนาดต้น จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด ผลผลิตต่อต้น ผลการทดลองพบว่าขนาดเมล็ดพันธุ์ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วหรั่ง

คำสำคัญ : ถั่วหรั่ง ขนาดเมล็ดพันธุ์ การเจริญเติบโต และ ผลผลิต

คำนำ

ถั่วหรั่ง (*Vigna subterranean* L.) เป็นพืชตระกูลถั่วที่มีปลูกกันในภาคใต้ ปลูกง่าย ทนแล้งได้ดี เจริญเติบโตได้ดีแม้ในดินที่มีความอุดมสมบูรณ์ต่ำ (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2540) ปัจจุบันนี้เมล็ดพันธุ์ถั่วหรั่งมีราคาสูงถึงกิโลกรัมละ 100 บาท ทำให้ต้องใช้เมล็ดพันธุ์อย่างมีประสิทธิภาพ เพื่อให้เกิดประโยชน์ต่อการผลิตสูงสุด และการใช้เมล็ดพันธุ์ที่มีคุณภาพสูง ทำให้มีความงอกในแปลงสูง ต้นกล้างอกสม่ำเสมอ นำไปสู่การได้ผลผลิตที่ดี (Johnson และ Mulvaney, 1980) จึงได้นำเมล็ดพันธุ์ขนาดต่างกันมาทำการทดลองเพื่อศึกษาผลของขนาดเมล็ดพันธุ์ที่มีต่อการเจริญเติบโต และผลผลิตของถั่วหรั่ง

อุปกรณ์และวิธีการ

นำเมล็ดพันธุ์จากฝักขนาดใหญ่ กลาง เล็ก และไม่คัดขนาด ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 68, 50, 34 และ 40 กรัม ตามลำดับ มาปลูกทดสอบการเจริญเติบโต และการให้ผลผลิตในแปลงทดลองศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา ระหว่างวันที่ 3 กรกฎาคม ถึง 6 พฤศจิกายน 2543 โดยปลูกถั่วหรั่งแต่ละขนาดในแปลงปลูกยาว 5 เมตร ใช้ระยะปลูก 60 x 60 เซนติเมตร แต่ละแปลงปลูก 12 แถว ใส่ปุ๋ยสูตร 12-24-12 อัตรา 50 กิโลกรัมต่อไร่ในช่วงเตรียมดิน หลังปลูกให้น้ำ ป้องกันโรคแมลง และกำจัดวัชพืชเมื่อจำเป็น เก็บข้อมูลการเจริญเติบโตของถั่วหรั่งที่ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์แต่ละขนาด ดังนี้ อายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ เส้นผ่าศูนย์กลางทรงพุ่ม อายุ 30, 60, 90 และ 120 วันหลังปลูก เก็บเกี่ยวถั่วหรั่งที่อายุ 126 วันหลังปลูก แล้วนับจำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก ชั่งน้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต้น การทดลองนี้ใช้แผนการทดลอง Randomized Complete Block Design

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ถนนเจริญประดิษฐ์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000
[1]Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Jarean-pradit Rd., Mueang, Pattani 94000
[2]ศูนย์วิจัยพืชไร่สงขลา ตู้ปณ. 80 อำเภอหาดใหญ่ จังหวัดสงขลา 90110
[2]Songkhla Field Crop Research Center, Postbox 80, Hat Yai, Songkhla 90110

ผล

ถั่วหรั่งที่ปลูกจากเมล็ดพันธุ์ขนาดใหญ่ กลาง เล็ก และไม่คัดขนาด มีอายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ไม่แตกต่างกันทางสถิติอยู่ในช่วง 57.50-59.00 วัน (Table 1) เส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มของต้นถั่วหรั่งเพิ่มขึ้นตามอายุ แต่ขนาดเมล็ดพันธุ์ไม่มีผลต่อเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มในทุกอายุ โดยที่อายุ 120 วัน ต้นถั่วหรั่งที่ปลูกด้วยเมล็ดพันธุ์ขนาดใหญ่ กลาง เล็ก และไม่คัดขนาด มีเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่มอยู่ในช่วง 56.43-62.10 เซนติเมตร

ถั่วหรั่งที่ปลูกจากเมล็ดพันธุ์ทุกขนาดให้จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตไม่แตกต่างทางสถิติ อยู่ในช่วง 15.29-27.03 ฝักต่อต้น 1.00-1.08 เมล็ดต่อฝัก 26.86-33.17 กรัม และ 8.14-13.98 กรัมต่อต้น ตามลำดับ (Table 2)

Table 1 Days to 50% flowering and plant diameter of bambara groundnut planted with different seed size.

Seed size	50% flowering	Plant diameter (cm) at age (days after planting)			
	(days)	30	60	90	120
Large	57.50	29.75	43.98	49.78	56.43
Medium	57.75	29.40	45.10	51.68	60.90
Small	59.00	27.65	42.55	53.18	60.40
Unsized	58.50	28.28	44.00	53.60	62.10
F-test	ns	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	1.91	5.77	7.13	10.54	14.20

ns = non significant.

Table 2 Pod number, seed number, 100 seed weight and seed yield of bambara groundnut planted with different seed size.

Seed size	Pod number (pod/plant)	Seed number (seed/pod)	100 seed weight (g)	Seed yield (g/plant)
Large	21.98	1.08	26.86	10.13
Medium	15.29	1.00	33.06	8.14
Small	20.02	1.05	33.17	10.92
Unsized	27.03	1.06	29.62	13.98
F-test	ns	ns	ns	ns
C.V. (%)	47.91	7.91	22.04	52.20

ns = non significant.

วิจารณ์ผล

การเจริญเติบโตและผลผลิตของถั่วหรั่งที่ปลูกจากเมล็ดพันธุ์ที่มีขนาดใหญ่ กลาง เล็ก และไม่คัดขนาด ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 68 50 34 และ 40 กรัม ตามลำดับ ให้ผลไม่แตกต่างกันทั้งในด้านของอายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ ขนาดทรงพุ่มที่อายุต่างๆ ตั้งแต่ 30-120 วันหลังปลูก จำนวนฝักต่อต้น จำนวนเมล็ดต่อฝัก น้ำหนัก 100 เมล็ด และผลผลิตต่อต้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Reddy และคณะ (1989) ที่พบว่าขนาดเมล็ดพันธุ์ถั่วเหลือง ไม่มีอิทธิพลต่ออายุออกดอก อายุการสุกแก่ของเมล็ดพันธุ์ ความสูงต้น จำนวนเมล็ดต่อต้น น้ำหนัก 100 เมล็ด และจำนวนผลผลิตต่อต้น อย่างไรก็ตาม ในการศึกษานี้ ต้นถั่วหรั่งกระทบแล้งในช่วงต้นๆ ของการเจริญเติบโต และในระยะออกดอก ทำให้การออกดอก และติดฝักน้อย ผลผลิตจึงต่ำ และอาจเป็นสาเหตุที่ทำให้น้ำหนัก 100 เมล็ด ของเมล็ดพันธุ์ที่ผลิตได้มีค่าอยู่ระหว่าง 26.86-33.17 กรัม ซึ่งต่ำกว่าน้ำหนักเฉลี่ยของพันธุ์ที่มีน้ำหนัก 100 เมล็ด ประมาณ 48 กรัม (กรมส่งเสริมการเกษตร, 2540)

สรุปผล

จากผลการทดลอง ทำให้สามารถสรุปผลได้ คือ ขนาดเมล็ดพันธุ์ไม่มีผลต่อการเจริญเติบโตของถั่วหรั่งในด้านอายุออกดอก 50 เปอร์เซ็นต์ และเส้นผ่านศูนย์กลางทรงพุ่ม และไม่มีผลต่อผลผลิต

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2543 ผู้เขียนขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ สันติประชา จากคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในโครงการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

กรมส่งเสริมการเกษตร, 2540, การปลูกถั่วหรั่ง, สำนักงานส่งเสริมการเกษตรภาคใต้, สงขลา.

Johnson, R. R. and Mulvaney, D. L., 1980, Development of a model for use in maize replant decision, Agronomy Journal, 72: 459-464.

Reddy, P. N., Reddy, K. N., Rao, S. K. and Singh, S. P., 1989, Effect of seed size on qualitative and quantitative traits in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill), Seed Science and Technology, 17: 289-295.

การเร่งการงอกของเมล็ดหมากแดง

Germination Enhancement of Sealing-wax Palm Seed

วิชัย หวังวโรดม[1] นงนุช วงศ์สินชวน[1] มนูญ ศิรินุพงษ์[1] และ สุจริต ส่วนไพโรจน์[1]
Wongvarodom, V.[1], Wongsinchuan, N. [1], Sirinupong, M.[1] and Suanpiroch, S.[1]

Abstract

Sealing-wax palm seed germination enhancement was studied at the Technology and Industries Department, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani campus, during January-August 1998. The treatments were seed base cutting, soaking in weekly changed water for 15 days, soaking in weekly changed peat water for 15 days, KNO_3 moistening, pouring with boiled water and soaking in sulfuric acid. The seed germination was done in 1:1 mixture of coarse sand and coconut pericarp residual and placed under the plastic lathhouse. Germination was evaluated monthly up to 6 months. The results showed that seed base cutting, peat water soaking and KNO_3 moistening increased seed germination of 11.00-14.25% with higher speed of germination. Water soaking reduced the seed germination at 6 months period while boiled water pouring and H_2SO_4 soaking made the seed with little and no germination.

Keywords : *Cyrtostachys lakka* becc., germination enhancement

บทคัดย่อ

ศึกษาการเร่งการงอกของเมล็ดหมากแดง ที่ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์ และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดปัตตานี ระหว่างเดือนมกราคม–สิงหาคม 2541 เพื่อหาวิธีการเร่งการงอกเมล็ดหมากแดง ทำโดยเร่งการงอกด้วยการเฉือนขั้วเมล็ด แช่น้ำ 15 วันที่เปลี่ยนน้ำทุกสัปดาห์ แช่น้ำพรุ 15 วันที่เปลี่ยนน้ำทุกสัปดาห์ รดด้วยโพแทสเซียมไนเตรท ราดน้ำต้มเดือด และแช่กรดซัลฟูริค แล้วนำเมล็ดไปเพาะในตะกร้าพลาสติกในทรายหยาบผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 วางในโรงเรือนพลาสติกประเมินความงอกทุกเดือนเป็นเวลา 6 เดือน ผลการทดลอง พบว่าการเฉือนขั้วเมล็ด แช่น้ำพรุและรดด้วยโพแทสเซียมไนเตรท สามารถเร่งให้เมล็ดหมากแดงงอกได้เร็วและเพิ่มขึ้น 11.00-14.25% การแช่น้ำทำให้เมล็ดหมากแดงงอกได้ลดลงไปในช่วง 6 เดือนหลังเพาะ และการราดด้วยน้ำเดือดและการแช่น้ำกรดทำให้เมล็ดงอกน้อยมากจนถึงไม่งอกเลย

คำสำคัญ : หมากแดง การเร่งความงอก

คำนำ

หมากแดง (*Cyrtostachys lakka* Becc.) อยู่ในวงศ์ปาล์ม เป็นไม้ประดับที่มีลำต้นสีแดงสวยงาม และมีราคา การขยายพันธุ์ทำได้โดยเพาะเมล็ด แต่เมล็ดหมากแดงงอกช้า ต้องใช้เวลานานจึงได้ต้นกล้าขนาดที่จำหน่ายได้ ผู้เพาะต้องเสียเวลามากในการผลิตกล้า ซึ่งเป็นส่วนหนึ่งที่ทำให้หมากแดงหรือปาล์มประดับมีราคาแพง (Mullett และคณะ, 1981) ปิฏฐะ (2524) รายงานว่า เมล็ดพืชตระกูลปาล์มบางชนิดสามารถช่วยให้งอกเร็วขึ้นได้ด้วยการตะไบเปลือกให้บาง เจาะรู แช่น้ำร้อน น้ำอุ่น น้ำกรดหรือด่าง Jones (1990) เร่งการงอกของเมล็ดบูเตีย *Acrocomia* spp. และ *Arenga engleri* โดยการตะไบเปลือกให้บางลง และเร่งการงอกของเมล็ดคิงปาล์ม พญาหนามใบขนนก และหมากเหลือง โดยการแช่น้ำที่เปลี่ยนทุกวัน เป็นต้น วัตถุประสงค์ของการศึกษานี้เพื่อหาวิธีการเร่งการงอกของเมล็ดหมากแดงให้เร็วขึ้น

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ถนนเจริญประดิษฐ์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000
[1]Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Jarean-pradit Rd., Mueang, Pattani 94000

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บรวบรวมเมล็ดหมากแดงจากจังหวัดนราธิวาส ล้างทำความสะอาดเมล็ด แยกเมล็ดที่มีน้ำหนักเบาที่ลอยน้ำออก เร่งการงอกของเมล็ดหมากแดง 6 วิธี คือ 1) เฉือนขั้วเมล็ดจนถึงต้นอ่อน 2) แช่น้ำ 15 วัน โดยเปลี่ยนน้ำใหม่ทุกสัปดาห์ 3) แช่น้ำพรุ 15 วัน โดยเปลี่ยนน้ำใหม่ทุกสัปดาห์ 4) รดสารละลายโพแทสเซียมไนเตรท (KNO_3) เข้มข้น 0.2 เปอร์เซ็นต์ แทนการรดด้วยน้ำตลอดการทดลอง 5) ราดด้วยน้ำต้มเดือดปล่อยแช่ไว้ 1 คืน และ 6) แช่น้ำกรดซัลฟูริคเข้มข้น 98.08% นาน 10 20 30 และ 60 นาที เพาะเมล็ดในตะกร้าพลาสติก ขนาดกว้าง x ยาว x สูง 34 x 42 x 15 ซม. ในทรายหยาบผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 1:1 จำนวน 100 เมล็ดต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ และกลบเมล็ดลึกประมาณ 1 นิ้ว นำไปวางเพาะในโรงเรือนพลาสติก รดน้ำสม่ำเสมอ ส่วนการเร่งการงอกโดยวิธีที่ 4 เพาะเมล็ดเช่นเดียวกับเมล็ดที่ไม่ได้เร่งการงอกแต่รดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไนเตรทแทนน้ำ ประเมินความงอกโดยนับต้นกล้าทุกเดือน เป็นเวลา 6 เดือน คำนวณค่าดัชนีความเร็วในการงอก (germination index) โดยใช้ข้อมูลจำนวนต้นกล้าที่งอกในแต่ละเดือนมาคำนวณ

การทดลองนี้ใช้แผนการทดลอง Completely randomized design และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test (DMRT)

ผล

เมล็ดหมากแดงที่ไม่ได้เร่งการงอกมีความงอก 55.50% (Table 1) เมล็ดที่เฉือนขั้วเมล็ด มีความงอก 69.75% ใกล้เคียงกับการแช่เมล็ดในน้ำพรุและการใช้โพแทสเซียมไนเตรท ส่วนเมล็ดที่แช่ในน้ำ มีความงอกเพียง 39.50% ส่วนเมล็ดที่ราดด้วยน้ำต้มเดือด และแช่น้ำกรดในทุกระยะเวลามีความงอกต่ำมาก และไม่งอกเลย ตามลำดับ สำหรับดัชนีความเร็วในการงอก พบว่า เมล็ดที่เร่งการงอกด้วยการเฉือนขั้ว แช่น้ำพรุ และรดโพแทสเซียมไนเตรท มีดัชนีในการงอก 16.03-16.83 สูงกว่าเมล็ดที่ไม่ได้เร่งการงอกและเมล็ดที่แช่น้ำ ซึ่งมีดัชนีความเร็วในการงอก 10.96 และ 8.88 ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

วิธีที่สามารถเร่งการงอกของเมล็ดหมากแดงได้คือ การเฉือนขั้วเมล็ดหรือการตัดกะลา เช่นเดียวกับเมล็ดปาล์ม *Euterpe edulis* (Mullett และคณะ, 1981) รวมทั้งวิธีการแช่น้ำพรุและการรดด้วยสารละลายโพแทสเซียมไนเตรท ถึงแม้ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ แต่ทำให้เมล็ดงอกได้เพิ่มขึ้น 11-14% ซึ่งมีค่ามาก สำหรับหมากแดงที่จำหน่ายโดยการนับต้น นอกจากนี้ยังงอกได้เร็วขึ้นด้วย ส่วนการแช่น้ำไม่สามารถเร่งการงอกของเมล็ดหมากแดงได้ ทำให้เมล็ดงอกได้ลดลงในช่วง 6 เดือน ทั้งนี้อาจเป็นเพราะมีเมล็ดบางส่วนตายไปจากการขาดออกซิเจน หรืออาจทำให้งอกได้ช้าลง การรดด้วยโพแทสเซียมไนเตรทก็มีการปลดปล่อยออกซิเจนจากสารละลายดังกล่าว ซึ่งเป็นวิธีการแก้การฟักตัวของเมล็ดพันธุ์พืชที่ต้องการออกซิเจนเพิ่มขึ้น (วัลลภ, 2540) เช่น มะละกอ (Furutani, 1987) รวมทั้งการแช่น้ำพรุที่มีสารอาหารจากเศษซากพืชปนอยู่ (ปัญญา, 2541) ที่อาจมีการย่อยสลายและปลดปล่อยออกซิเจนมาช่วยในการงอกของเมล็ดได้ สำหรับการราดด้วยน้ำเดือดและการแช่น้ำกรด เป็นวิธีที่รุนแรงเกินไปจนทำให้เมล็ดส่วนใหญ่ตายไป จึงทำให้เมล็ดงอกได้น้อยมากจนถึงไม่งอกเลย

Table 1 Germination and germination index of sealing-wax palm seed with different germination enhancement treatments.

Treatment	Germination (%)	Speed of germination Index
Control	55.50 [ab]	10.96[b]
Seed base cutting	69.75 [a]	16.83[a]
Water soaking	39.50 [b]	8.88[b]
Peat water soaking	66.50 [a]	16.03[a]
Moistening with 0.2% KNO_3	68.00 [a]	16.23[a]
F-test	**	*
C.V. (%)	16.22	20.58

*,** = Significant at P<0.05 and P<0.01, respectively.

Within column means not sharing the same letter are statistically different by DMRT.

สรุปผล

จากการศึกษาการเร่งการงอกเมล็ดหมากแดง พบว่า การเฉือนขั้วเมล็ด การแช่น้ำพรุและรดโพแทสเซียมไนเตรท สามารถทำให้เมล็ดหมากแดงงอกได้เพิ่มขึ้น 11.00-14.25% และงอกได้เร็วขึ้น ส่วนการแช่น้ำทำให้เมล็ดงอกลดลงในช่วง 6 เดือน ส่วนการราดด้วยน้ำร้อนและแช่น้ำกรดทำให้เมล็ดหมากแดงงอกได้น้อยมากจนถึงไม่งอกเลย

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2541 ผู้เขียนขอขอบพระคุณ รองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ สันติประชา จากคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในโครงการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ปัญญา เอี่ยมอ่อน, 2541, ผลกระทบของการจัดการน้ำต่อคุณภาพน้ำในพื้นที่พรุในจังหวัดนราธิวาส, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 165 หน้า.

ปิฏฐะ บุนนาค, 2524, ปาล์ม, บรรณกิจเทรดดิ้ง, กรุงเทพฯ, 126 หน้า.

วัลลภ สันติประชา, 2540, เทคโนโลยีเมล็ดพันธุ์, ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 227 หน้า.

Furutani, S.C., 1987, Influence of temperature, KNO_3, GA_3 and seed drying on emergence of papaya seedlings. Scientia Horticultrae, 32: 67-72.

Jones, D., 1990, Palms in Australia, Reed Books Pty Ltd., NSW, 278 p.

Mullett, J. H., Beardsell, D. V. and King, H. M., 1981, The effect of seed treatment on the germination and earty growth of *Euterpe edulis* (Family Palmae), Scientia Horticultrae, 15: 239-244.

ความงอกของเมล็ดหมากแดงที่ผ่านการเก็บรักษาในสภาพต่างกัน

Germination of Sealing-wax Palm Seed Stored under Different Conditions

วิชัย หวังวโรดม[1] นงนุช วงศ์สินชวน[1] มนูญ ศิรินุพงษ์[1] และ สุจริต ส่วนไพโรจน์[1]
Wongvarodom, V.[1], Wongsinchuan, N.[1], Sirinupong, M.[1] and Suanpiroch, S.[1]

Abstract

Germination of sealing-wax palm seed stored under different conditions was conducted at the Technology and Industries Department, Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Pattani campus, during January-September 1998. The storage conditions were soaking in water, weekly changed water, water added with fungicide, weekly changed water and added with fungicide, dry condition, dry condition and treated with fungicide, and weekly changed peat water. The treated seed were stored under these conditions for 2 months. Seed germination was examined by cultivating in 1:1 mixture of coarse sand and coconut pericarp residual and placed under the plastic lathhouse. Germination was evaluated monthly up to 6 months. The results showed that the seed soaked in most water conditions and in the dry conditions for 2 months had very low germination of 10.50-36.00% and no germination, respectively. Germination of the seed stored in weekly changed peat water increased from 76.25% to 91.50%.

Keyword : *Cyrtostachys lakka* Becc., germination, storage

บทคัดย่อ

การเก็บรักษาเมล็ดหมากแดงในสภาพต่างๆ ที่ภาควิชาเทคโนโลยีและการอุตสาหกรรม คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ จังหวัดปัตตานี ระหว่างเดือนมกราคม–กันยายน 2541 เพื่อศึกษาความงอกของเมล็ดพันธุ์หลังเก็บรักษา โดยเก็บรักษาเมล็ดหมากแดงในน้ำ ในน้ำที่เปลี่ยนน้ำใหม่ทุกสัปดาห์ ในน้ำผสมสารฆ่าเชื้อรา ในน้ำผสมสารฆ่าเชื้อราและเปลี่ยนน้ำทุกสัปดาห์ ในสภาพแห้ง ในสภาพแห้งร่วมกับการคลุกสารฆ่าเชื้อรา และในน้ำพรุที่เปลี่ยนน้ำทุกสัปดาห์ นาน 2 เดือน เมื่อครบกำหนด นำเมล็ดไปเพาะในตะกร้าพลาสติกในทรายหยาบผสมขุยมะพร้าว อัตราส่วน 1:1 วางในโรงเรือนพลาสติกประเมินความงอกทุกเดือนเป็นเวลา 6 เดือน ผลการทดลอง พบว่า เมล็ดหมากแดงที่เก็บรักษาในน้ำทุกๆ สภาพ และเก็บในสภาพแห้ง นาน 2 เดือน มีความงอกลดลงอย่างมากเหลือเพียง 10.50 - 36.00เปอร์เซ็นต์ และไม่งอกเลยตามลำดับ ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดหมากแดงในน้ำพรุที่เปลี่ยนน้ำใหม่ทุกสัปดาห์ ทำให้เมล็ดงอกเพิ่มขึ้นจาก 76.25เปอร์เซ็นต์ เป็น 91.50เปอร์เซ็นต์

คำสำคัญ : หมากแดง ความงอก การเก็บรักษา

คำนำ

หมากแดง (*Cyrtostachys lakka* Becc.) อยู่ในวงศ์ปาล์ม เป็นไม้ประดับที่มีลำต้นสีแดงสวยงาม มีราคา การขยายพันธุ์ทำได้โดยเพาะเมล็ด ปิฎฐะ (2524) กล่าวว่าเมล็ดพันธุ์ปาล์มที่อยู่ในเขตร้อนทั่วๆ ไปที่มีฝนตกหนักและอยู่ในที่ลุ่ม มีอายุการเก็บรักษาสั้นเพียง 2-4 อาทิตย์ เท่านั้น เช่น *Actinortis* และ *Cyrtostachys* (Jones, 1990) เป็นต้น อย่างไรก็ตาม เมล็ดพันธุ์ปาล์มที่มี endocarp หนา มีอายุอยู่ได้ประมาณ 2-3 เดือน เช่น *Acrocomia* และ *Trinax* เป็นต้น ปัจจุบัน ข้อมูลด้านความงอกของเมล็ดหมากแดงภายหลังการเก็บรักษายังมีน้อย จึงได้ทำการศึกษาขึ้นโดยมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาความงอกของเมล็ดหมากแดงที่ผ่านการเก็บรักษาในสภาพต่างๆ

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ถนนเจริญประดิษฐ์ อำเภอเมือง จังหวัดปัตตานี 94000
[1]Faculty of Science and Technology, Prince of Songkla University, Jarean-pradit Rd., Mueang, Pattani 94000

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บรวบรวมเมล็ดหมากแดงจากจังหวัดนราธิวาส ล้างทำความสะอาดเมล็ด แยกเมล็ดที่มีน้ำหนักเบาที่ลอยน้ำออก เก็บรักษาเมล็ดหมากแดง 7 สภาพ นาน 2 เดือน ประกอบด้วย 1) ในน้ำ 2) ในน้ำที่เปลี่ยนน้ำใหม่ทุกสัปดาห์ 3) ในน้ำผสมสารฆ่าเชื้อราความเข้มข้น 30 กรัม/น้ำ 20 ลิตร 4) ในน้ำผสมสารฆ่าเชื้อราและเปลี่ยนน้ำทุกสัปดาห์ 5) ในสภาพแห้ง 6) ในสภาพแห้งร่วมกับการคลุกสารฆ่าเชื้อรา และ 7) ในน้ำพรุที่เปลี่ยนน้ำทุกสัปดาห์ เมื่อครบกำหนด นำเมล็ดมาหาความชื้น โดยชั่งน้ำหนักสด จำนวน 10 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ จากนั้นนำเมล็ดไปอบที่อุณหภูมิ 105 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง แล้วชั่งน้ำหนักหลังอบ และคำนวณเปอร์เซ็นต์ความชื้นของเมล็ด วัดการนำไฟฟ้า โดยดัดแปลงวิธีการของ Chandel และคณะ (1995) นำเมล็ดจำนวน 25 เมล็ด ทำ 4 ซ้ำ มาชั่งน้ำหนักแล้วนำไปใส่ในบีกเกอร์ เติมน้ำกลั่น 75 มิลลิลิตร คนให้เมล็ดแช่น้ำทั่วถึง วางบีกเกอร์ที่อุณหภูมิห้อง นาน 24 ชั่วโมง เมื่อครบกำหนด คนเมล็ดพันธุ์เบาๆ วัดการนำไฟฟ้าด้วยเครื่องวัดการนำไฟฟ้า คำนวณค่าการนำไฟฟ้า และเพาะเมล็ดในตะกร้าพลาสติก ขนาด 34 x 42 x 15 (กว้าง x ยาว x สูง) ซม. ในทรายหยาบผสมขุยมะพร้าวในอัตราส่วน 1:1 จำนวน 50 เมล็ดต่อซ้ำ ทำ 4 ซ้ำ และกลบเมล็ดลึกประมาณ 1 นิ้ว นำไปวางเพาะในโรงเรือนพลาสติก รดน้ำสม่ำเสมอ ประเมินความงอกโดยนับต้นกล้าที่งอกขึ้นมาทุกเดือน เป็นเวลา 6 เดือน คำนวณความงอกและค่าดัชนีความเร็วในการงอก (speed of germination index) โดยใช้ข้อมูลจำนวนต้นกล้าที่งอกในแต่ละเดือน การทดลองนี้ใช้แผนการทดลอง Completely randomized design และเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยของข้อมูลโดยวิธี Duncan's Multiple Range Test

ผล

ความงอกและดัชนีความเร็วในการงอกของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษา ส่วนใหญ่ลดลงทางสถิติจากก่อนเก็บรักษา โดยที่เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในสภาพที่มีน้ำ ยกเว้นน้ำพรุ มีความงอกและดัชนีความเร็วในการงอกลดลงเหลืออยู่ในช่วง 10.50–36.00 เปอร์เซ็นต์ และ 0.98–3.94 ตามลำดับ (Table 1)

Table 1 Quality of sealing-wax palm seed stored under different conditions for 2 months.

Storage condition	Germination (%)	Speed of germination Index	Electrical conductivity (μmohs/cm/g)	Seed moisture content (%)
Before storage	76.25 [b]	7.76 [b]	22.09 [b]	46.22 [b]
Water	10.50 [e]	0.98 [ef]	6.27 [c]	52.99 [a]
Weekly changed water	36.00 [c]	3.94 [c]	3.14 [c]	51.46 [a]
Water added with fungicide	23.00 [d]	2.33 [d]	11.79 [c]	50.97 [a]
Weekly changed water and added with fungicide	17.50 [de]	1.56 [de]	2.98 [c]	49.34 [ab]
Dry	0 [f]	0 f	38.35 [a]	15.06 [c]
Dry and treated with fungicide	0 [f]	0 f	39.84 [a]	13.74 [c]
Weekly changed peat water	91.50 [a]	10.86 [a]	3.28 [c]	52.50 [a]
F-test	**	**	**	**
C.V. (%)	15.53	18.90	26.68	4.25

** = Significant at α = 0.01.

Means not sharing the same letter are significant different by DMRT.

ขณะที่เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในสภาพแห้งทั้งสองสภาพสูญเสียความมีชีวิตทั้งหมด ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในน้ำพรุร่วมกับการเปลี่ยนน้ำทุกสัปดาห์มีความงอกและดัชนีความเร็วในการงอกเพิ่มขึ้นทางสถิติจากก่อนเก็บรักษาเป็น 91.50 และ 10.86 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ การนำไฟฟ้าของเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในทุกสภาพที่มีน้ำลดลงทางสถิติจาก 22.09 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตรต่อกรัม เหลืออยู่ในช่วง 2.98–11.79 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตรต่อกรัม แต่เมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในสภาพแห้งทั้งสองสภาพ มีการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นทางสถิติเป็นในช่วง 38.35-39.84 ไมโครโมห์ต่อเซนติเมตรต่อกรัม ความชื้นเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษา

ในสภาพที่มีน้ำส่วนใหญ่เพิ่มขึ้นทางสถิติ จาก 46.22 เปอร์เซ็นต์ ก่อนเก็บรักษา เป็นในช่วง 50.97-52.99 เปอร์เซ็นต์ ส่วนเมล็ดพันธุ์ที่เก็บรักษาในสภาพแห้งทั้งสองสภาพ มีความชื้นลดลงเหลือเพียง 1.374-15.06 เปอร์เซ็นต์

วิจารณ์ผล

เมล็ดหมากแดงที่เก็บรักษาในน้ำพรุที่เปลี่ยนน้ำใหม่ทุกสัปดาห์ นาน 2 เดือน ยังคงมีความงอกสูงถึง 91.50 เปอร์เซ็นต์ แสดงให้เห็นว่า น้ำจากพรุมีสภาพที่สามารถรักษาความมีชีวิตของเมล็ดหมากแดงได้ดี อาจเป็นเพราะว่า ธรรมชาติของหมากแดงเป็นพืชที่เจริญเติบโตในป่าพรุ (สุมาลี, 2525, สุทัศน์, 2539) โดยหลังจากเมล็ดสุกแก่แล้วจะตกลงสู่พื้นดินหรือในน้ำพรุ จึงกล่าวได้ว่า เมล็ดหรือพืชชนิดนี้ปรับตัวได้ดีในสภาพธรรมชาติแบบนี้ การเก็บรักษาในน้ำพรุยังทำให้เมล็ดหมากแดงงอกได้เร็วขึ้น อาจเป็นเพราะน้ำพรุมีองค์ประกอบของกรดอินทรีย์บางชนิดเจือปนอยู่ เช่น กรดฮิวมิค กรดฟูลริค และมี pH ประมาณ 5.0-5.3 (ปัญญา, 2541) ซึ่งอาจค่อยๆ กัดกร่อนเมล็ดจนทำให้ต้นอ่อนสามารถงอกแทงทะลุออกมาได้ง่ายและเร็วขึ้น ผลที่ปรากฏขึ้นในลักษณะนี้ยังพบในเมล็ดพืชบางชนิด เช่น *Combretum apiculatum* และ *Colophospermum mopane* กล่าวคือ ความสามารถในการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามีความสัมพันธ์กับสภาพแวดล้อมของแหล่งเจริญเติบโตเดิม (Choinski และ Tuohy, 1991) เมล็ดหมากแดงที่เก็บรักษาในน้ำปกติ มีความงอกและความเร็วในการงอกลดลงอย่างมาก เพราะการแช่เมล็ดในน้ำปกติเป็นสภาพที่ไม่เหมาะสมต่อเมล็ดหมากแดง อาจเป็นเพราะเป็นสภาพที่มีปริมาณออกซิเจนต่ำกว่าปกติ ซึ่งโดยทั่วไปเมล็ดพันธุ์สดสามารถรักษาความมีชีวิตได้นานที่สุดในสภาพชื้น และมีออกซิเจนหรือในสภาพที่อากาศหมุนเวียนได้ดี (Roberts และ Ellis, 1989)

สภาพการเก็บรักษาในน้ำปกติที่ใช้สารฆ่าเชื้อรา หรือไม่ใช้สาร ทำให้เมล็ดมีความงอกไม่ต่างกันมากนัก เป็นเพราะได้ทำความสะอาดเมล็ดก่อนเก็บรักษา จึงไม่มีการเข้าทำลายของเชื้อโรค การเปลี่ยนน้ำหรือไม่เปลี่ยนน้ำ ทำให้เมล็ดหมากแดงที่เก็บรักษามีความงอกต่างกันบ้าง แต่ทั้งประเด็นสารฆ่าเชื้อราและการเปลี่ยนน้ำก็ไม่ได้ช่วยให้เมล็ดหมากแดงงอกได้ดีหลังเก็บรักษา

การเก็บรักษาในสภาพแห้ง (ไม่ว่าจะคลุกสารฆ่าเชื้อราหรือไม่คลุกสาร) ทำให้เมล็ดหมากแดงมีความชื้นลดลงอย่างมากและมีการนำไฟฟ้าเพิ่มขึ้นอย่างมีนัยสำคัญ และสูญเสียความงอกทั้งหมด อาจเกิดขึ้นจากเซลล์เมมเบรนได้รับความเสียหายจากการลดลงของความชื้น แล้วทำให้เนื้อเยื่อของเมล็ดเสื่อมสภาพไปอย่างรวดเร็ว (Roberts และ Ellis, 1989, Oliveira และ Valio, 1992)

สรุปผล

เมล็ดหมากแดงที่เก็บรักษาในน้ำทุกๆ สภาพ นาน 2 เดือน ทั้งที่เปลี่ยนน้ำหรือไม่เปลี่ยนน้ำ ใส่สารฆ่าเชื้อราหรือไม่ใส่สารฆ่าเชื้อรา มีความงอกลดลงจากก่อนเก็บรักษาเป็นอย่างมากเหลือเพียง 10.50-36.00 เปอร์เซ็นต์ เมล็ดที่เก็บรักษาในสภาพแห้ง ทั้งที่คลุกสารฆ่าเชื้อราและไม่คลุกสาร ไม่งอกเลย ส่วนการเก็บรักษาเมล็ดหมากแดงในน้ำพรุที่เปลี่ยนน้ำใหม่ทุกสัปดาห์ ทำให้เมล็ดงอกเพิ่มขึ้นจาก 76.25 เปอร์เซ็นต์ เป็น 91.50 เปอร์เซ็นต์

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับทุนอุดหนุนการวิจัยจากเงินงบประมาณแผ่นดิน ประจำปีงบประมาณ 2541 ผู้เขียนขอขอบพระคุณรองศาสตราจารย์ ดร.วัลลภ สันติประชา จากคณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ ที่กรุณาให้คำปรึกษาแนะนำในโครงการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

ปัญญา เอี่ยมอ่อน, 2541, ผลกระทบของการจัดการน้ำต่อคุณภาพน้ำในพื้นที่พรุในจังหวัดนราธิวาส, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 165 หน้า.

ปิฏฐะ บุนนาค, 2524, ปาล์ม, บรรณกิจเทรดดิ้ง, กรุงเทพฯ, 126 หน้า.

สุทัศน์ ลิมปิยะประพันธ์, 2539, การให้ร่มเงาที่เหมาะสมกับการเจริญเติบโตและการขยายพันธุ์ของหมากแดง (*Cyrtostachys lakka* Becc.) ที่มีอายุต่างกัน, วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, สงขลา, 99 หน้า.

สุมาลี สุทธิประดิษฐ์, 2525, พรุ ดินพรุ และแนวทางในการพัฒนา, วารสารสงขลานครินทร์, 4: 277-280.

Chandel, K. P. S., Chaudhury, R., Randhamani, J. and Malik, S. K, 1995, Desiccation and freezing sensitivity in recalcitrant seeds of tea, cocoa and jackfruit, Annals of Botany, 76: 443-450.

Choinski, J. S. and Tuohy, J. M., 1991, Effect of water potential and temperature on the germination of four species of African savanna trees, Annals of Botany, 68: 227-233.

Jones, D., 1990, Palms in Australia, Reed Books Pty Ltd., NSW, 278 p.

Oliveira, L. M. Q. and Valio, I. F. M., 1992, Effects of moisture content on germination of seeds of *Hancornia speciosa* Gom. (Apocynaceae), Annals of Botany, 69: 1-5.

Roberts, E. H. and Ellis, R. H., 1989, Water and seed survival, Annals of Botany, 63: 39-52.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 222-225 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 222-225 (2550)

ผลของยูเรียและโพแทสเซียมไนเตรทต่อการเติบโตของต้นกล้ากล้วยนมสาวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ

Effect of Urea and Potassium Nitrate on Growth of Banana (*Musa* ABB Group) 'Nom Sao' Plantlets from Tissue Culture

กวิศร์ วานิชกุล[1] และ กฤษณา มงคลพุทธรักษา[1]
Wanichkul, K.[1] and Mongkolputtaruhsa,K.[1]

Abstract

The study on effect of urea and potassium nitrate as foliar fertilizer on growth of banana 'Nom Sao' was investigated. Banana plantlets used in this experiment derived from *in vitro* culture and were hardened for 30 days. The solution of urea and potassium nitrate were applied weekly for 9 weeks at the rate of 20 and 90 g per 10 liter of water respectively and the application began one week after transplant. Significant difference between control and treated plantlets on plant height, stem diameter and leaf area was found from 2nd to 10th week after transplant. But there was not significant different between the growth of plantlets treated with urea and potassium nitrate.

Keywords : banana, urea, potassium nitrate, growth, plantlet, Nom Sao

บทคัดย่อ

การทดลองเปรียบเทียบการใช้ยูเรียและโพแทสเซียมไนเตรทเป็นปุ๋ยทางใบ ให้กับต้นกล้ากล้วยพันธุ์นมสาวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อศึกษาผลที่มีต่อการเติบโต โดยนำต้นกล้ากล้วยที่นำออกจากสภาพปลอดเชื้อและผ่านการชำแล้ว 30 วัน มาให้ปุ๋ยยูเรียและโพแทสเซียมไนเตรททางใบ ในอัตรา 20 และ 90 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร ตามลำดับ ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 9 สัปดาห์ โดยมีต้นที่พ่นด้วยน้ำเปล่าเป็นชุดควบคุม เริ่มพ่นปุ๋ยหลังย้ายปลูก 1 สัปดาห์ พบว่าในช่วง 2 ถึง 10 สัปดาห์หลังจากย้ายปลูก พบว่ามีการเติบโตด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และพื้นที่ใบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างต้นที่ได้รับและไม่ได้รับปุ๋ย แต่ในต้นที่ได้รับปุ๋ยยูเรียและโพแทสเซียมไนเตรทไม่พบความแตกต่างทางสถิติในค่าการเติบโตที่ตรวจวัด

คำสำคัญ : กล้วย ยูเรีย โพแทสเซียมไนเตรท การเติบโต ต้นกล้า นมสาว

คำนำ

การผลิตต้นพันธุ์กล้วยโดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เป็นวิธีที่ได้รับความนิยมมากขึ้นในปัจจุบัน เนื่องจากได้ต้นพันธุ์ที่ปลอดโรค ผลิตต้นพันธุ์ได้จำนวนมากในระยะเวลาอันสั้น ต้นพันธุ์มีความสม่ำเสมอกัน (เบญจมาศ, 2545, Hwang และคณะ, 1984) แต่เนื่องจากต้นกล้วยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเมื่อเริ่มต้นจะมีขนาดเล็ก จึงต้องมีเทคนิคในการย้ายจากสภาพปลอดเชื้อ เพื่อให้มีอัตราการรอดตายสูง และเจริญเป็นต้นที่พร้อมจะนำลงปลูกในแปลงปลูกได้อย่างรวดเร็ว (ศิริวรรณ, 2531) ด้วยเหตุนี้การชำต้นพันธุ์ให้เจริญเติบโตอย่างรวดเร็วและได้ต้นที่แข็งแรงจึงเป็นสิ่งจำเป็น โดยเฉพาะอย่างยิ่งการได้รับปุ๋ยอย่างเพียงพอ (Hwang และคณะ, 1984, Daniells และ Smith, 1991) โดยทั่วไปธาตุอาหารสำคัญที่กล้วยต้องการเพื่อการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตคือ ไนโตรเจนกับโพแทสเซียม (เบญจมาศ, 2545, Lahav และ Turner, 1989) ดังนั้นในการวิจัยนี้จึงทดลองใช้ปุ๋ยทางใบสองชนิด คือ ยูเรีย และโพแทสเซียมไนเตรท ให้กับต้นกล้ากล้วยที่ได้จาการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ เพื่อเปรียบเทียบการเติบโตของต้นกล้ากล้วยที่ไม่ได้รับปุ๋ย และได้รับปุ๋ย 2 ชนิด

อุปกรณ์และวิธีการ

ใช้ต้นกล้ากล้วยพันธุ์นมสาวที่ได้จากการขยายพันธุ์โดยวิธีเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ และผ่านการชำในระยะแรกเป็นเวลา 1 เดือน ภายหลังจากนำออกจากสภาพปลอดเชื้อ จากนั้นนำต้นกล้วยที่มีขนาดใกล้เคียงกันลงปลูกในถุงพลาสติกสำหรับเพาะชำสีดำ ขนาด 6x10 นิ้ว โดยมีส่วนประกอบของวัสดุปลูก คือ แกลบ : ทราย : ขุยมะพร้าว : ปุ๋ยคอก ในอัตรา 1 : 1 : 1 : 1 หลังจาก

[1]ภาควิชาพืชสวน คณะเกษตรกำแพงแสน มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ อ.กำแพงแสน จ.นครปฐม 73140
[1]Department of Horticulture, Faculty of Agriculture at Kamphaengsaen, Kasetsart University, Kamphaengsaen Campus, Nakhon Pathom 73140

นั้น 1 สัปดาห์ เริ่มให้ปุ๋ยทางใบโดยฉีดพ่นปุ๋ยให้เปียกทั่วต้นสัปดาห์ละครั้ง รวม 9 ครั้ง วางแผนการทดลองแบบ completely randomized design (CRD) มี 3 ทรีตเมนต์ แต่ละทรีตเมนต์มี 10 ซ้ำ ใช้ต้นกล้วยซ้ำละ 5 ต้น ทรีตเมนต์ทั้ง 3 ได้แก่ น้ำเปล่า (ชุดควบคุม) ยูเรียอัตรา 20 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร และ โพแทสเซียมไนเตรทอัตรา 90 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร เก็บข้อมูลการเติบโต ได้แก่ ความสูงของต้น เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นที่ระดับ 5 ซม.จากพื้นผิววัสดุปลูก และพื้นที่ใบ โดยใช้กระดาษวางทาบใต้ใบวาดขนาดใบแล้วนำไปวัดด้วยเครื่องมือวัดพื้นที่ใบ (area meter model Li 3100 ของบริษัท Licor Inc. USA) เก็บข้อมูลทุก 2 สัปดาห์ ข้อมูลที่ได้นำมาวิเคราะห์ทางสถิติและเปรียบเทียบค่าเฉลี่ยโดยวิธี Dancan's New Multiple Range Test

ผล

พบว่าความสูงของต้นกล้วยที่ได้รับและไม่ได้รับปุ๋ยทางใบ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติหลังจากเริ่มให้ปุ๋ยตลอดการทดลอง และพบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างต้นกล้ากล้วยที่ได้รับยูเรียและโพแทสเซียมไนเตรทตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 หลังจากย้ายปลูก (Table 1) ในขณะที่เส้นผ่าศูนย์กลางของต้นกล้วยที่ได้รับและไม่ได้รับปุ๋ยทางใบ มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเช่นเดียวกัน โดยพบความแตกต่างที่ชัดเจนตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 หลังย้ายปลูก ในขณะที่ต้นกล้วยที่ได้รับปุ๋ยทางใบทั้ง 2 ชนิด ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในค่าของเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น (Table 2)

Table 1 The height (cm) of banana plantlets cv. Nom Sao treated with urea and potassium nitrate and untreated from transplant to 10 weeks after transplant.

Treatment	Plant height (cm) in weeks from transplant					
	0	2	4	6	8	10
Control	5.25	8.68 b[1]	16.06 b	26.04 b	33.25 c	40.96 c
Urea	5.15	9.77 a	19.27 a	32.68 a	43.86 a	54.06 a
KNO_3	5.30	10.04 a	19.46 a	32.26 a	41.26 b	49.54 b
F-test	ns	**	**	**	**	**
CV(%)	20.24	19.26	15.93	15.33	16.00	17.64

[1] Mean within the same column followed by the same letter are not significant difference at 1% level according to DMRT.

ns = Non significant

** Significant at 1% level

Table 2 The pseudostem diameter (cm) of banana plantlets cv. Nom Sao treated with urea and potassium nitrate and untreated from transplant to 10 weeks after transplant.

Treatment	Pseudostem diameter (cm) in weeks from transplant					
	0	2	4	6	8	10
Control	0.55	0.79 b[1]	1.17 b	1.59 b	1.69 b	1.98 b
Urea	0.52	0.80 b	1.29 a	1.76 a	2.14 a	2.47 a
KNO_3	0.57	0.87 a	1.33 a	1.78 a	2.15 a	2.45 a
F-test	ns	**	**	**	**	**
CV(%)	18.52	17.68	13.75	14.32	15.89	17.39

[1] Mean within the same column followed by the same letter are not significant difference at 1% level according to DMRT.

ns = Non significant

** Significant at 1% level

ในส่วนของพื้นที่ใบ พบว่าต้นกล้วยที่ได้รับปุ๋ยทางใบมีพื้นที่ใบมากกว่าต้นที่ไม่ได้รับปุ๋ยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ตั้งแต่สัปดาห์ที่ 4 หลังจากเริ่มการทดลอง แต่ต้นกล้วยที่ได้รับปุ๋ยทางใบทั้ง 2 ชนิด มีเส้นผ่าศูนย์กลางลำต้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Table 3)

Table 3 Leaf area of banana plantlets cv. Nom Sao treated with urea and potassium nitrate and untreated from transplant to 10 weeks after transplant.

Treatment	Leaf area (cm^2) in weeks from transplant					
	0	2	4	6	8	10
Control	128.19	224.19 b[1]	518.29 b	980.95 b	1316.28 b	1707.28 b
Urea	128.52	246.65 b	685.92 a	1364.19 a	1948.54 a	2668.43 a
KNO_3	131.25	265.38 a	665.98 a	1292.57 a	1901.98 a	2706.54 a
F-test	ns	**	**	**	**	**
CV(%)	31.07	30.69	31.49	34.28	33.65	38.72

[1] Mean within the same column followed by the same letter are not significant difference at 1% level according to DMRT.

ns = Non significant

** Significant at 1% level

วิจารณ์ผล

เห็นได้อย่างชัดเจนว่าการให้ปุ๋ยยูเรียและโพแทสเซียมไนเตรททางใบแก่ต้นกล้ากล้วยพันธุ์นมสาวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ทำให้ต้นกล้วยมีการเติบโตแตกต่างจากต้นกล้วยที่ไม่ได้รับปุ๋ยอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ซึ่งแสดงให้เห็นว่าการเพิ่มธาตุอาหารที่กล้วยต้องการเป็นประโยชน์ต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ากล้วยที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อโดยเฉพาะอย่างยิ่งในช่วงที่มีการชำต้นพันธุ์ก่อนลงปลูกในแปลงปลูก ตรงกับที่มีรายงานไว้ว่า กล้วยเป็นพืชที่ต้องการธาตุไนโตรเจนและโพแทสเซียมเป็นธาตุหลักสำหรับการเจริญเติบโต (เบญจมาศ, 2545, Lahav และ Turner, 1989) ทั้งนี้อาจรวมทั้งวิธีการให้ปุ๋ยด้วย เพราะการให้ปุ๋ยทางใบพืชสามารถดูดซับและนำไปใช้ประโยชน์ได้ทันที ทำให้แสดงอาการตอบสนองต่อปุ๋ยได้อย่างรวดเร็ว (ยงยุทธ, 2547) จากผลการทดลองที่แสดงให้เห็นว่า การเติบโตของต้นกล้วยที่ได้รับปุ๋ยยูเรียโดยทั่วไปไม่แตกต่างทางสถิติจากต้นที่ได้รับโพแทสเซียมไนเตรท แสดงให้เห็นว่าในระยะแรกของการเจริญเติบโตของกล้วยโพแตสเซียมอาจไม่ใช่ธาตุที่จำเป็นอันดับแรก แต่อย่างไรก็ตาม โพแทสเซียมอาจมีผลทำให้ต้นกล้วยทนทานต่อสภาพวิกฤตได้ดีกว่าต้นที่ได้รับเฉพาะปุ๋ยที่มีแต่ธาตุไนโตรเจนก็ได้ (Lahav และ Turner, 1989, Daniells และ Smith, 1991) ผลการทดลองครั้งนี้ยังมีข้อแนะนำที่ควรใช้ในการทดลองต่อไปคือ การวัดพื้นที่ใบนั้นอาจมีความคลาดเคลื่อนได้บ้าง เพราะวัดเฉพาะใบที่คลี่แผ่แบนแล้ว ดังนั้นใบที่ยังไม่คลี่แผ่แบนจึงไม่ได้รับการวัดทำให้พื้นที่ใบส่วนนี้มิได้ถูกนับรวมด้วย นอกจากนี้ในช่วงสัปดาห์ที่ 8-10 พบว่าอัตราการเติบโตลดลงซึ่งเป็นไปได้ว่า ถุงขนาด 6 x 10 นิ้วที่ใช้อาจจะเล็กเกินไปสำหรับการเพาะชำนาน 10 สัปดาห์ ทำให้อาหารที่มีในวัสดุปลูกเริ่มไม่เพียงพอ การศึกษาครั้งนี้มิได้เก็บข้อมูลในส่วนการรอดตายและการเติบโตภายหลังการย้ายลงปลูกในแปลงปลูก ทำให้มิได้เปรียบเทียบความทนทานต่อสภาพแวดล้อมในแปลงปลูก จึงยังไม่ทราบว่าปุ๋ยชนิดใดส่งผลต่อคุณลักษณะนี้มากน้อยเพียงใด เพราะการเติบโตที่ดีในถุงเพาะชำอาจให้ผลเลวกว่าเมื่อลงปลูกในแปลงปลูกก็ได้ โดนเฉพาะการที่ต้นอวบน้ำเนื่องจากได้รับไนโตรเจนในระดับสูง จึงควรมีการศึกษาในเรื่องนี้ต่อไป

สรุปผล

การทดลองเปรียบเทียบการใช้ยูเรียและโพแทสเซียมไนเตรทเป็นปุ๋ยทางใบ ให้กับต้นกล้ากล้วยพันธุ์นมสาวที่ได้จากการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ โดยนำต้นกล้ากล้วยที่นำออกจากสภาพปลอดเชื้อและผ่านการชำแล้ว 30 วัน มาให้ปุ๋ยยูเรียและโพแทสเซียมไนเตรททางใบ ในอัตรา 20 และ 90 กรัมต่อน้ำ 10 ลิตร ตามลำดับ ทุกสัปดาห์เป็นเวลา 9 สัปดาห์ โดยมีต้นที่พ่นด้วยน้ำเปล่าเป็นชุดควบคุม เริ่มพ่นปุ๋ยหลังย้ายปลูก 1 สัปดาห์ พบว่าในช่วง 2 ถึง 10 สัปดาห์หลังจากให้ย้ายปลูก พบว่ามีการเติบโตด้านความสูง เส้นผ่าศูนย์กลางลำต้น และพื้นที่ใบต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างต้นที่ได้รับและไม่ได้รับปุ๋ย แต่ในต้นที่ได้รับปุ๋ยยูเรียและโพแทสเซียมไนเตรทไม่พบความแตกต่างทางสถิติในค่าการเติบโตที่ตรวจวัด

เอกสารอ้างอิง

เบญจมาศ ศิลาย้อย, 2545, กล้วย, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 357 หน้า.

ยงยุทธ โอสถสภา, 2547, การให้ปุ๋ยทางใบ, สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 164 หน้า.

ศิริวรรณ บุรีคำ, 2531, เทคนิคการย้ายต้นพืชจากขวดเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อเพื่อนำออกปลูกในสภาพธรรมชาติ, วารสารข่าวศูนย์ฯ 2(1): 19-21.

Daniells, J. and Smith, M., 1991, Post-flask Management of Tissue-cultured Bananas, ACIAR Technical Reports No.18 Australian Center for International Agriculture Research, Canberra, 8 pp.

Hwang, S.C., Chen, C.L. and Lin, H.L., 1984, Cultivation of banana using plantlets from meristem culture, HortScience, 19(2): 231-233.

Lahav, E. and Turner, D.W., 1989, Banana Nutrition, IPI Bull, 7 Bern, Switzerland, 62.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 226-229 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 226-229 (2550)

ผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพการเก็บรักษาขิงที่อุณหภูมิต่ำ

Effects of Coating Substances on Storage Qualities of Ginger at Low Temperature

จรัญญา พงโศธร[1] ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน[1] และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1]

Pongsotom, J.[1], Jitareerat, P.[1] and Uthairatanakij, A.[1]

Abstract

Effects of coating substances on the quality of fresh ginger were investigated by coating the fresh ginger with GLK (Carnauba wax and shellac) and Supershine (polymer and Carnauba wax) at the concentrations of 9 and 18% (v/v) in comparison with non-coating (control). Samples were then kept at 5°C, 90 - 95% relative humidity for 8 weeks. The results revealed that coating with 18% Supershine was the best treatment to maintain the quality of ginger by delay weight loss, respiration rate the accumulation of fiber, and had a high acceptance score. However ,18% Supershine coating did not delay changes of peel and flesh color of ginger compared to coating with 9% Supershine, 9% and 18% GLK and non-coating.

Keywords : ginger, quality, coating substances

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของสารเคลือบผิวต่อคุณภาพการเก็บรักษาขิง โดยการเคลือบขิงด้วยสารเคลือบผิว GLK (Carnauba wax ร่วมกับ shellac) และ Supershine (polymer ร่วมกับ Carnauba wax) ที่ความเข้มข้นร้อยละ 9 และ 18 เปรียบเทียบกับการไม่ใช้สารเคลือบผิวและเก็บรักษาไว้ที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 95 เป็นระยะเวลา 8 สัปดาห์ พบว่า การเคลือบผิวขิงด้วย Supershine ความเข้มข้นร้อยละ 18 สามารถช่วยรักษาคุณภาพของขิงไว้ได้ดีที่สุด โดยมีผลช่วยชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด อัตราการหายใจ การสะสมเส้นใย และมีคะแนนการยอมรับจากผู้บริโภคที่สูง แต่ไม่มีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อเมื่อเทียบกับขิงที่ใช้สารเคลือบ Supershine ความเข้มข้นร้อยละ 9 GLK ความเข้มข้นร้อยละ 9 และ 18 และขิงที่ไม่ใช้สารเคลือบผิว

คำสำคัญ : ขิง คุณภาพ สารเคลือบผิว

คำนำ

ขิง (*Zingiber officinale* Roscoe.) เป็นสินค้าส่งออกของไทยที่สำคัญในรูปของขิงสดและขิงแปรรูป แต่ปัญหาของขิงในระหว่างการขนส่งและการเก็บรักษาคือการเหี่ยวเนื่องจากการสูญเสียน้ำ ทำให้ไม่เป็นที่ต้องการของผู้บริโภค การเคลือบผิวผลิตผลเป็นวิธีหนึ่งที่ลดการสูญเสียน้ำและป้องกันการเหี่ยว ทำให้มีอายุการเก็บรักษานานขึ้น อีกทั้งยังทำให้ผิวเป็นมันเงา การเลือกใช้สารเคลือบผิวควรเลือกชนิดและความเข้มข้นที่เหมาะสมกับผลิตผลแต่ละชนิด ที่สำคัญคือควรคำนึงถึงประสิทธิภาพและความปลอดภัยของผู้บริโภคให้มากที่สุด ปัจจุบันนี้ ผู้บริโภคในกลุ่มประเทศที่พัฒนาแล้วนิยมเลือกซื้อผลิตผลที่เคลือบด้วยสารที่ได้จากธรรมชาติ ได้แก่ Carnauba wax, shallac และ sucrose fatty acid ester โดย Carnauba wax เป็นไขที่มีความแข็งแรงมากที่สุด มีความเป็นมันเงาสูง มีคุณภาพดีที่สุด สามารถรับประทานได้ (จริงแท้, 2546) shellac เป็นผลิตภัณฑ์ธรรมชาติที่ได้จากแมลงครั่งซึ่งมีการเลี้ยงมากทางภาคเหนือตอนบน เป็นผลิตภัณฑ์ที่ปลอดภัยไม่เป็นพิษ เมื่อนำมาทำเป็นฟิล์มจะมีความวาว ทนทานแข็งแรงยึดติดได้ดีกับผิวต่างๆ ซึ่งผลไม้ที่นิยมเคลือบผลด้วยเชลแล็กในทางการค้า ได้แก่ ส้ม (Hagenmaier, 2002) sucrose fatty acid ester มีคุณสมบัติควบคุมการผ่านเข้าออกของก๊าซออกซิเจนและคาร์บอนไดออกไซด์ของผลิตผล โดยลดการซึมผ่านของก๊าซออกซิเจนเข้าไปในผล ทำให้อัตราการหายใจของผลิตผลลดลง จึงทำให้ผลิตผลเสื่อมสภาพช้าลงด้วย (Krochta และคณะ, 1994) ในปัจจุบันมีผลิตภัณฑ์สารเคลือบผิวที่ผลิตในทางการค้ามากมาย ดังนั้นการวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการใช้สารเคลือบผิว GLK และ Supershine ต่อคุณภาพของขิงที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส

[1]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150

[1]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, 10150

อุปกรณ์และวิธีการ

นำแง่งขิงเกรดส่งออกมาล้างด้วยน้ำสะอาด ลอกเยื่อบางๆ บริเวณแง่งขิงออกเพื่อไม่ให้เกิดการสะสมความชื้น ผึ่งให้แห้ง คัดเลือกแง่งขิงที่ไม่มีตำหนิขนาด 800-1000 กรัม/แง่ง มาแบ่งเป็นแง่งขิงขนาด 300-400 กรัม จากนั้นนำมาจุ่มในสารเคลือบผิว 2 ชนิด คือ GLK (Carnauba wax ร่วมกับ shellac) และ Supershine (polymer ร่วมกับ Carnauba wax) ของบริษัทเบสซอ เอ็นจิเนียร์ (ประเทศไทย) จำกัด ความเข้มข้นร้อยละ 9 และ 18 จุ่มเป็นเวลา 1 นาที เปรียบเทียบกับทรีตเมนท์ควบคุม (จุ่มน้ำ) จากนั้นนำมาผึ่งให้แห้งแล้วใส่ลงในถุง polyethylene (PE) ที่เจาะรู จำนวน 4 รู (ขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของรูเท่ากับ 1 เซนติเมตร) จำนวน 20 แง่งต่อถุง แล้วจึงนำไปบรรจุลงกล่องกระดาษ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 5 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ร้อยละ 90-95 ทำการบันทึกผลการทดลองทุก 1 สัปดาห์ นาน 8 สัปดาห์ วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design แต่ละทรีตเมนท์มี 4 ซ้ำ บันทึกผลการทดลองดังนี้ การสูญเสียน้ำหนักสด การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและเนื้อ โดยเครื่อง Colorimeter (Minolta รุ่น CR100) อัตราการหายใจ (Gemma และคณะ, 1994) ปริมาณเส้นใย (Gould, 1997) และการยอมรับของผู้บริโภค โดยพิจารณาจากสีผิว กลิ่น ความเผ็ด ปริมาณเส้นใย และความเหี่ยวของขิง โดยการบันทึกคะแนนด้วยวิธี 13 cm unstructured line

ผลและวิจารณ์ผล

การสูญเสียน้ำหนักสดของขิงที่เคลือบสารและไม่ได้เคลือบสารมีแนวโน้มสูงขึ้นตลอดระยะเวลาในการเก็บรักษานาน 8 สัปดาห์ ขิงที่เคลือบผิวด้วย Supershine ความเข้มข้นร้อยละ 18 มีการสูญเสียน้ำหนักสดน้อยกว่าขิงที่เคลือบด้วย Supershine ความเข้มข้นร้อยละ 9 และ GLK ทั้งสองความเข้มข้น (Figure 1A) ทั้งนี้อาจเนื่องจาก Supershine มีส่วนผสมของ polymer พลาสติกอยู่จึงทำให้ขัดขวางการผ่านเข้าออกของน้ำและก๊าซได้ดีกว่า GLK ซึ่งประกอบด้วย Carnauba wax ร่วมกับ shellac นอกจากนี้ความเข้มข้นของ Supershine ร้อยละ 18 ย่อมขัดขวางการผ่านเข้าออกของน้ำและก๊าซได้ดีกว่า Supershine ร้อยละ 9 จึงทำให้ขิงที่เคลือบ Supershine ร้อยละ 18 คงความสดได้ดีกว่าขิงในทรีตเมนต์อื่นๆ การสูญเสียน้ำหนักสดของขิงที่เพิ่มมีความสัมพันธ์กับอัตราการหายใจที่เพิ่มขึ้น โดยเฉพาะในช่วง 6 สัปดาห์ของเก็บรักษา (Figure 1B) Kader รายงานว่าการสูญเสียน้ำหนักของผลิตผลเป็นผลมาจากการคายน้ำที่เกิดขึ้นจากขบวนการหายใจ (1985) แต่การเคลือบผิวสามารถจำกัดการผ่านเข้าออกของก๊าซและปิดช่องเปิดต่างๆ ของผลิตผล (จริงแท้, 2546, สายชล, 2528) จึงทำให้ขิงมีอัตราการหายใจลดลงเมื่อเทียบกับขิงที่ไม่ได้เคลือบ Ben-Yehoshua และคณะ (1985) กล่าวว่าความเข้มข้นของสารเคลือบผิวมีผลต่อการหายใจของผลิตผล โดยสารเคลือบผิวจะไปจำกัดการแพร่ผ่านเข้าออกของก๊าซต่างๆ ส่งผลให้ผลิตผลมีอัตราการหายใจลดลง

สีเปลือกและเนื้อของขิง เป็นปัจจัยหนึ่งที่มีผลต่อการเลือกซื้อขิงของผู้บริโภคเช่นเดียวกับความสดหรือลักษณะอาการเหี่ยว การเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของขิงพิจารณาจากการเปลี่ยนแปลงสีขิงจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษา โดยจัดจากค่า L (ความสว่าง) และค่า b (ค่าสีเหลือง-น้ำเงิน) และรายงานเป็น ΔE value ของสีที่เปลี่ยนแปลงไป พบว่าสีเปลือกและสีเนื้อของขิงในทุก ทรีตเมนท์มีการเปลี่ยนแปลงไปมากจากวันแรกที่ทำการเก็บรักษา และการใช้สารเคลือบ Supershine และ GLK นั้นไม่มีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกและสีเนื้อของขิงได้เมื่อเทียบกับขิงที่ไม่ได้ใช้สารเคลือบ (Figure 1C และ 1D) ซึ่งคล้ายคลึงกับการทดลองของ Plotto และคณะ (2006) พบว่าการใช้สารเคลือบประเภท hydrophobic เช่น sucrose fatty acid และ Carnauba ไม่มีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงสีเปลือกของผลลิ้นจี่

ส่วนปริมาณเส้นใยของเนื้อขิงมีแนวโน้มเพิ่มสูงขึ้นตามระยะเวลาในการเก็บรักษาที่นานขึ้น โดยขิงที่เคลือบผิวด้วย Supershine ความเข้มข้นร้อยละ 18 สามารถชะลอการเส้นใยของขิงได้ดีกว่าทรีตเมนท์อื่น (Figure 1E) ทั้งนี้ปริมาณเส้นใยของขิงที่เพิ่มสูงขึ้นเนื่องมาจากขิงมีอายุมากขึ้น เช่นเดียวกับการทดลองของ An และคณะ, (2006) พบว่าหน่อไม้ฝรั่งจะมีการสะสมเส้นใยมากขึ้นเมื่อเก็บรักษานานขึ้น เมื่อพิจารณาคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภค พบว่าการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคลดลงตามอายุการเก็บรักษา และผู้บริโภคให้การยอมรับขิงที่เคลือบและไม่เคลือบผิวได้นาน 6 สัปดาห์เท่านั้น โดยพิจารณาจากคะแนนการยอมรับของผู้บริโภคที่เกินร้อยละ 50 และพบว่าผู้บริโภคให้คะแนนการยอมรับขิงที่เคลือบผิวด้วย Supershine ความเข้มข้นร้อยละ 18 สูงที่สุด (Figure 1F) เช่นเดียวกับ Hagenmaier (2000) พบว่าผลส้ม Valencia ที่เคลือบด้วย polyethylene ร่วมกับ carnauba มีผลทำให้มีคะแนนการยอมรับโดยรวมจากผู้บริโภคสูงกว่าผลส้มที่เคลือบด้วย shellac ร่วมกับ wood resin

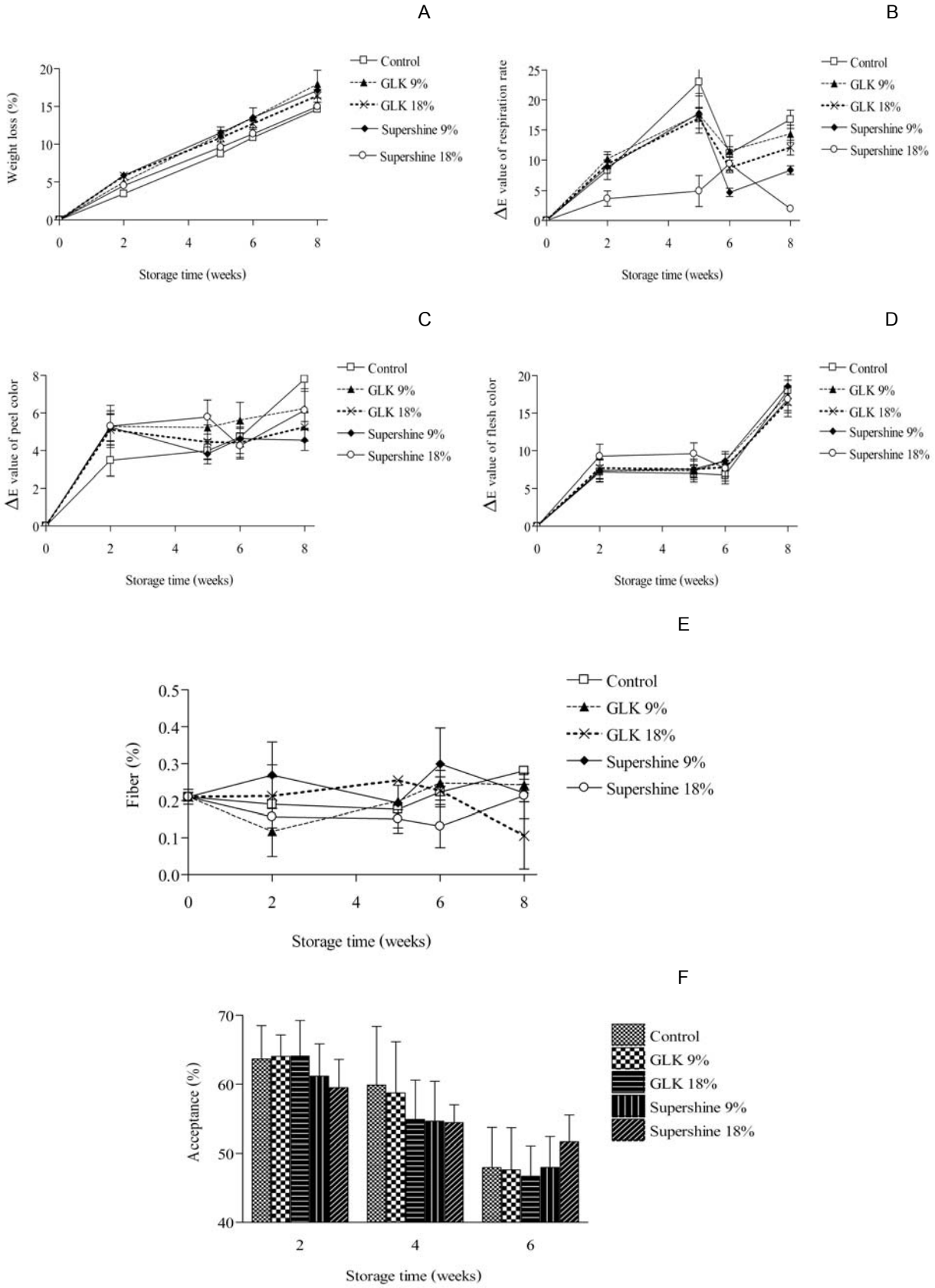


Figure 1 Changes of weight loss (A), respiration rate (B), peel color (C), flesh color (D), fiber content (E) and consumer acceptance (F) in gingers coated by GLK and Supershine, and The gingers were stored at 5°C for 8 weeks.

สรุปผล

การเคลือบผิวขิงด้วย Supershine ความเข้มข้นร้อยละ 18 สามารถรักษาคุณภาพของขิงได้ดีที่สุด โดยสามารถชะลอการสูญเสียน้ำหนักสด อัตราการหายใจ ปริมาณส้นใย และมีคะแนนการยอมรับโดยรวมของผู้บริโภคสูงกว่าขิงที่เคลือบผิวด้วยสารเคลือบผิวชนิดอื่นๆ และขิงที่ไม่เคลือบผิว อย่างไรก็ตามการเคลือบผิวขิงด้วย Supershine และ GLK ที่ความเข้มข้นร้อยละ 9 และ18 ไม่มีผลชะลอการเปลี่ยนแปลงค่าสีเปลือกและสีเนื้อของขิง

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบคุณศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.ที่ให้ใช้อุปกรณ์และเครื่องมือในการวิจัย บริษัท ที บี อาร์ เทรดดิ้ง จำกัด.ที่ให้การสนับสนุนขิง และ บริษัทเบสซอ เอ็นจิเนียร์ (ประเทศไทย) จำกัด ที่ให้สารเคลือบผิว

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช, 2546, สรีรวิทยาและเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, พิมพ์ครั้งที่ 5 สำนักพิมพ์มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพมหานคร, 249 หน้า.

สายชล เกตษา, 2528, สรีรวิทยาหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมแห่งชาติ สำนักงานส่งเสริมและฝึกอบรม มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, 364 หน้า.

An, J., Zhang, M., Lu, Q. and Zhang, Z., 2006, Effect of prestorage treatment with 6-benzylaminopurine and modified atmosphere packaging storage on the respiration and quality of green asparagus spears, Journal of Food Engineering, 77: 951-957.

Ben-Yehoshua, S., Burg, S. P. and Young, K., 1985, Resistance of citrus fruit to mass transport of water vapour, Plant Physiology, 79: 1048-1053.

Gemma, H., Yuri, M. and Hong-Kong, W., 1994, Ripening characteristics and chilling injury of banana fruit 1 : Effect of storage temperature on respiration, ethylene production and membrane permeability of peel and pulp tissue, Japan Journal of Tropical Agricultural, 38: 216-220.

Gould, W. A., 1997, Food quality assurance, The AVI publishing com., Inc., 314 p.

Hagenmaier, R. D., 2000, Evaluation of a polyethylene–candelilla coating for ‘Valencia’ oranges, Postharvest Biology and Technology, 19: 147-154.

Hagenmaier, R. D., 2002, The flavor of mandarin hybrids with different coatings, Postharvest Biology and Technology, 24: 79-87.

Kader, A. A., 1985, Postharvest Biology and Technology : An overview. Postharvest Technology of Horticultural Crops, University of California, Devise of Agricultural and Natural Research, 3-7.

Krochta, J. M., Baldwin, E. A. and Nissperos-Carriedo, M. O., 1994, Edible coating and films to improve food quality, New York, Technomic publishing, 379.

Plotto, A., Narciso, J., Baldwin, E. and Rattanapnone, N., 2006, Edible coatings and other surface treatments to maintain color of lychee fruit in storage, Proceedings of Florida State Horticultural Society, 119: 323-331.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 230-234 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 230-234 (2550)

ผลของ Methyl jasmonate ต่อการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าของมะละกอภายหลังการเก็บเกี่ยว

Effect of Methyl Jasmonate on Spore Germination of Fruit Rot Fungi in Harvested Papaya

นริษรา โสมณวัตร[1] และ ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1]
Somanawat, N.[1] and Jitareerat, P.[1]

Abstract

Effect of methyl jasmonate (MeJA) at the concentrations of 0 (control), 100, 200, 400 and 800 μM on the spore germination of fruit rot fungi, i.e. *Aspergillus niger*, *Aspergillus flavus*, *Rhizopus stolonifer* and *Penicillium* sp. in harvested papaya was determined on water agar (WA) or WA contained with 10% papaya juice. The result showed that MeJA at 800 μM inhibited the spore germination of *A. niger*, *R. stolonifer* and *Penicillium* sp. completely, except *A. flavus*. The increasing in the effectiveness of MeJA to inhibit the spore germination was depended on the concentrations of MeJA, and the effectiveness of MeJA decreased when the spore was supplied with nutrition (papaya juice). Moreover, MeJA had the best effects to inhibit *Penicillium* sp., followed by *A. niger*, *R. stolonifer* and *A. flavus*, respectively. This experiment indicated that MeJA may have the potential to use for controlling fruit rot diseases of harvested papaya.

Keywords : fruit rot diseases, methyl jasmonate, spore germination

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของ Methyl Jasmonate (MeJA) ที่ความเข้มข้น 0 (ชุดควบคุม), 100, 200, 400 และ 800 ไมโครโมล ต่อการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าของมะละกอสุกภายหลังการเก็บเกี่ยว 4 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus niger, Aspergillus flavus*, *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. โดยทำการทดสอบบนอาหาร Water agar (WA) หรือ WA ที่ผสมน้ำมะละกอร้อยละ 10 พบว่า MeJA ที่ความเข้มข้น 800 ไมโครโมล สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *A.niger, R. stolonifer* และ *Penicillium* sp. อย่างสมบูรณ์ ยกเว้นสปอร์ของ *A. flavus* โดยที่ประสิทธิภาพ MeJA ในการยับยั้งการงอกของสปอร์จะเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ MeJA ที่สูงขึ้น และประสิทธิภาพของ MeJA จะลดลงได้เมื่อสปอร์อยู่ในสภาพที่มีสารอาหาร (น้ำมะละกอ) นอกจากนี้พบว่า MeJA มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อรา *Penicillium* sp. ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ *A. niger, R. stolonifer* และ *A. flavus* ตามลำดับ จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่า MeJA อาจจะสามารถนำมาใช้ในการควบคุมโรคผลเน่าหลังการเก็บเกี่ยวของมะละกอได้

คำสำคัญ : โรคผลเน่า methyl jasmonate การงอกของสปอร์

คำนำ

ปัญหาของมะละกอในระหว่างการวางจำหน่ายคือ การเปลี่ยนแปลงทางสรีระภายหลังการเก็บเกี่ยวและการเกิดโรคผลเน่า ทำให้อายุการวางจำหน่ายสั้นและไม่สามารถจำหน่ายได้ โดยเฉพาะอย่างยิ่งการเน่าเสียที่เกิดจากเชื้อสาเหตุโรคหลายชนิด เช่น *Colletotrichum gloeosporioides*, *Fusarium solani*, *Rhizopus stolonifer*, *Aspergillus* sp., *Penicillium* sp. *Botrytis* sp., *Alternaria* sp., *Lasiodiplodia theobromae* เป็นต้น (นิพนธ์, 2542, จักรพงษ์, 2542) เชื้อราที่เข้าทำลายผลผลิตหลังการเก็บเกี่ยวมักเป็นเชื้อที่เข้าทางบาดแผลและช่องเปิดต่างๆ (นิพนธ์, 2542) การควบคุมและป้องกันสามารถทำได้โดยหลีกเลี่ยงการเกิดบาดแผลและการป้องกันโดยวิธีทางกายภาพ ชีวภาพและการใช้สารเคมี โดยทั่วไปแล้วผู้ประกอบการส่วนใหญ่นิยมใช้สารเคมีเนื่องจากสะดวกและใช้ง่าย แต่สารเคมีที่ตกค้างบนผลิตผลอาจมีอันตรายต่อผู้บริโภคได้ ดังนั้นจึงมีความพยายามที่จะหาสารชนิดอื่นที่มีความปลอดภัยกว่ามาทดแทน เช่น Methyl jasmonate (MeJA) เป็นสารที่มีคุณสมบัติควบคุมการเจริญเติบโตและการพัฒนาของพืชตามธรรมชาติ (Cheong และ Choi, 2003) ทำให้พืชเกิดกลไกการป้องกันตัวเองเมื่อเกิด

[1]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150
[1]Division of Postharvest Technology, School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok, 10150

บาดแผล หรือมีการเข้าทำลายของแมลงและโรค (Liechti และ Farmer, 2002) มีผลต่อการงอกและการเจริญของเชื้อสาเหตุโรค (Meir และคณะ, 1998) และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาผลผลิตได้ (González-Aguilar และคณะ, 2004) ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของ MeJA ต่อการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าของมะละกอในสภาพ in vitro เพื่อใช้เป็นแนวทางในการควบคุมโรคผลเน่าในมะละกอสุก (in vivo) ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลมะละกอสุกที่แสดงอาการผลเน่ามาแยกและจำแนกชนิดของเชื้อราโดยวิธี Tissue transplanting method (Dhingro และ Sinclair, 1986) จากนั้นทดสอบผลของ MeJA ต่อการงอกของสปอร์เชื้อราโรคผลเน่า โดยเตรียมสปอร์แขวนลอยของเชื้อราแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 10^5 สปอร์ต่อมิลลิลิตร ใช้ปิเปตดูดสปอร์แขวนลอยของเชื้อราปริมาตร 0.1 มิลลิลิตร มาใส่ลงบนอาหาร Water agar (WA) ที่ผสมกับ MeJA ความเข้มข้น 0, 100, 200, 400 และ 800 ไมโครโมล หรือในอาหาร WA ที่มีส่วนผสมของน้ำมะละกอร้อยละ 10 และ MeJA ความเข้มข้น 0, 100, 200, 400 และ 800 ไมโครโมล เกลี่ยสปอร์ให้ทั่วจานอาหารเลี้ยงเชื้อ และบ่มไว้ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส แล้วตรวจนับจำนวนสปอร์ของเชื้อราที่งอกภายใต้กล้องจุลทรรศน์ในชั่วโมงที่ 4, 6, 8, 12, 18 และ 24 จากนั้นทำการคำนวณร้อยละการงอกของสปอร์เชื้อรา

ผลและวิจารณ์ผล

จากการทดสอบผลของ MeJA ต่อการงอกของสปอร์เชื้อราสาเหตุโรคผลเน่าของมะละกอ 4 ชนิด ได้แก่ *Aspergillus niger, Aspergillus flavus*, *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. ในสภาพที่ไม่มีสารอาหาร (บน WA) และในสภาพที่มีสารอาหาร (บน WA ผสมน้ำมะละกอร้อยละ 10) พบว่าบนอาหาร WA ที่ผสม MeJA ความเข้มข้น 800 ไมโครโมล สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ *A. niger* ได้สมบูรณ์ ในขณะที่ MeJA ความเข้มข้น 400, 200 และ 100 ไมโครโมล สามารถชะลอการงอกของสปอร์เชื้อราได้ โดยในชั่วโมงที่ 24 มีร้อยละการงอกเท่ากับ 6.58, 32.97 และ 66.78 ตามลำดับ (Figure 1A) ซึ่ง Meir และคณะ (1998) พบว่า การพัลซิ่งดอกกุหลาบด้วย MeJA ที่ความเข้มข้น 350 ไมโครโมล และสเปรย์ด้วย MeJA ความเข้มข้น 500 ไมโครโมล สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *Botrytis cinerea* สาเหตุโรคราสีเทาที่กลีบดอกกุหลาบได้ นอกจากนี้ยังพบว่าการเติมน้ำมะละกอใน WA มีผลทำให้ประสิทธิภาพของ MeJA ในการยับยั้งการงอกของสปอร์ลดลง โดยพบว่าในชั่วโมงที่ 18 สปอร์ของเชื้อรา *A. niger* บน WA ผสม MeJA ความเข้มข้น 100, 200, 400 และ 800 ไมโครโมล มีร้อยละของการงอกเท่ากับ 53.78, 29.65, 3.09 และ 0 ตามลำดับ ส่วน WA ที่ผสมน้ำมะละกอและ MeJA ความเข้มข้น 100, 200, 400 และ 800 ไมโครโมล มีร้อยละของการงอกเท่ากับ 95.20, 93.75, 33.63 และ 1.25 ตามลำดับ (Figure 1A-2A)

สปอร์ของเชื้อรา *A. flavus* บน WA เริ่มงอกในชั่วโมงที่ 6 ส่วนบน WA ผสมน้ำมะละกอเริ่มงอกในชั่วโมงที่ 4 และหากมีการเติม MeJA ลงไป ผลปรากฏว่าสปอร์ของเชื้อ *A. flavus* บน WA เริ่มงอกในชั่วโมงที่ 12 ส่วนในชั่วโมงที่ 18 สปอร์ของเชื้อราบน WA ผสม MeJA ความเข้มข้น 100, 200, 400 และ 800 ไมโครโมล งอกได้ร้อยละ 47.92, 45.61, 41.72 และ 11.25 ตามลำดับ (Figure 1B) ในขณะที่น้ำมะละกอจะช่วยส่งเสริมการงอกสปอร์ของ *A. flavus* เพิ่มเป็นร้อยละ 96.58, 98.40, 92.23 และ 75.93 ตามลำดับ อย่างไรก็ตาม MeJA ที่ความเข้มข้น 800 และ 400 ไมโครโมล ใน WA ที่ผสมน้ำมะละกอสามารถยับยั้งและชะลอการงอกของสปอร์ได้ดีภายในชั่วโมงที่ 12 โดยมีร้อยละการงอกเท่ากับ 0 และ 4.26 ตามลำดับ (Figure 2B) แสดงให้เห็นว่า MeJA ที่ความเข้มข้นสูงมีผลยับยั้งการงอกได้ดีกว่าที่ความเข้มข้นต่ำ ซึ่งสอดคล้องกับการรายงานของ Goodrich-Tanrikulu และคณะ, (1995) ที่พบว่า MeJA ความเข้มข้น 10^{-3}-10^{-8}M ในอาหารเลี้ยงเชื้อ (growth medium) สามารถชะลอการงอกของสปอร์ ยับยั้งการผลิตอัลฟาทอกซินได้มากกว่าร้อยละ 96 และสามารถยับยั้งการสังเคราะห์รงควัตถุในเส้นใยของเชื้อรา *A. flavus* ได้

สปอร์ของเชื้อรา *R. stolonifer* บน WA เริ่มงอกได้ในชั่วโมงที่ 4 (ร้อยละ 43.70) และหากมีการเติม MeJA ใน WA พบว่า MeJA ความเข้มข้นตั้งแต่ 200-800 ไมโครโมล สามารถยับยั้งการงอกของสปอร์ได้อย่างสมบูรณ์ภายในระยะเวลา 24 ชั่วโมง (Figure 1C) ในสภาพที่มีน้ำมะละกอผสม MeJA ความเข้มข้น 100 ไมโครโมล พบว่าสปอร์ของเชื้อรา *R. stolonifer* จะงอกได้ภายใน 4 ชั่วโมงเช่นกัน แต่หากเพิ่มความเข้มข้นของ MeJA มากขึ้น จะมีผลชะลอการงอกของสปอร์เชื้อราให้นานขึ้น โดยพบว่า MeJA ความเข้มข้น 200 ไมโครโมล มีผลชะลอการงอกของสปอร์เชื้อราได้ 8 ชั่วโมง ในขณะที่ MeJA ความเข้มข้น 400 และ 800 ไมโครโมล มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของเชื้อ *R.stolonifer* ได้อย่างสมบูรณ์แม้ว่าจะได้รับสารอาหารจากน้ำมะละกอก็ตาม (Figure 2C)

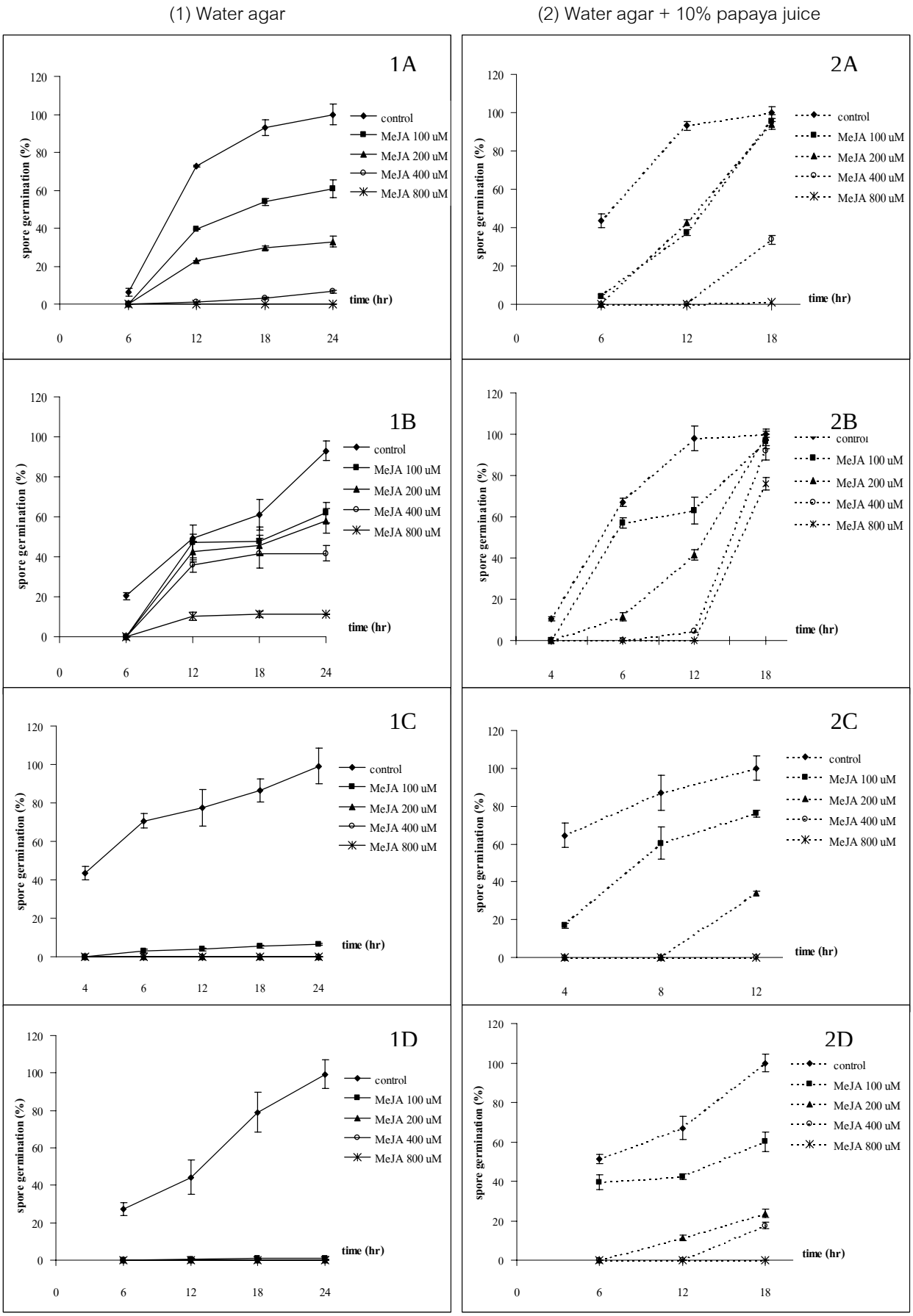


Figure 1 Percentage of spore germination of *Aspergillus niger* (A), *Aspergillus flavus* (B), *Rhizopus stolonifer* (C) and *Penicillium* sp. (D) on Water agar (1) and Water agar with10% papaya juice (2).

สปอร์ของเชื้อรา *Penicillium* sp. บน WA และ WA ผสมน้ำมะละกอเริ่มงอกได้ตั้งแต่ชั่วโมงที่ 6 แต่การเติมน้ำมะละกอมีผลทำให้ร้อยละการงอกสปอร์ของเชื้อสูง (ร้อยละ 51.27) มากกว่าการไม่เติมน้ำมะละกอ (ร้อยละ 27.16) บนอาหาร WA ที่มี MeJA ความเข้มข้น 200, 400 และ 800 ไมโครโมล สามารถยับยั้งการงอกของ *Penicilium* sp. ได้อย่างสมบูรณ์ (Figure 1D) เช่นเดียวกับ WA ที่ผสมน้ำมะละกอและ MeJA ความเข้มข้น 800 ไมโครโมล ก็มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของ *Penicillium* sp. ได้สมบูรณ์ ในขณะที่ MeJA ความเข้มข้น 100 ไมโครโมล พบการงอกของสปอร์ *Penicillium* sp. ในชั่วโมงที่ 6 มีร้อยละ 39.62 และ MeJA ที่ความเข้มข้น 200 ไมโครโมล พบการงอกของสปอร์ในชั่วโมงที่ 12 ร้อยละ 11.19 ส่วน MeJA ความเข้มข้น 400 ไมโครโมล พบการงอกของสปอร์ในชั่วโมงที่ 18 ร้อยละ 17.51 (Figure 2D) ซึ่ง Yao and Tian (2005) รายงานว่า MeJA ความเข้มข้น 200 ไมโครโมล มีผลยับยั้งการเจริญของเส้นใยเชื้อรา *P. expansum* ทำให้สามารถควบคุมโรคราเขียวในสภาพ in vitroได้เช่นเดียวกัน จากการศึกษาสามารถกล่าวได้ว่าน้ำมะละกอมีผลส่งเสริมการงอกของสปอร์เชื้อรา *Aspergillus niger, Aspergillus flavus*, *Rhizopus stolonifer* และ *Penicillium* sp. สาเหตุโรคผลเน่าของมะละกอ โดยพบว่าบน WA สปอร์ของเชื้อราทั้ง 4 ชนิดจะงอกได้สมบูรณ์ (ร้อยละ 100) หลังจากบ่มนาน 24 ชั่วโมง ในขณะที่บน WA ผสมน้ำมะละกอ สปอร์ของเชื้อราจะงอกได้สมบูรณ์ในชั่วโมงที่ 18, 18, 12 และ 18 ตามลำดับ (Figure 1) แสดงให้เห็นว่าสารอาหารที่เชื้อได้รับมีผลกระตุ้นให้สปอร์เชื้อรางอกได้เร็วขึ้น ดังนั้นหากผลมะละกอเกิดบาดแผลก็จะมีสารอาหารรั่วไหลออกมา ซึ่งจะช่วยส่งเสริมให้สปอร์ของเชื้อราที่ปนเปื้อนอยู่ที่ผิวของผลผลิตสามารถงอกเร็วขึ้น จักรพงษ์ (2542) รายงานว่าการงอกของสปอร์เชื้อรา *Colletotrichum* sp. สาเหตุโรคแอนแทคโนสของผลมะม่วงและมะละกอจะเพิ่มขึ้นเมื่อสปอร์อยู่บนผลผลิตที่มีการชอกช้ำหรือมีบาดแผล เนื่องจากมีแหล่งอาหารที่ช่วยทำให้เชื้อที่พักตัวอยู่บนผลิตผล สามารถเจริญเติบโต และ ขยายตัวได้ดีขึ้น นอกจากนี้ในสภาพที่มี MeJA จะมีผลยับยั้งหรือชะลอการงอกของสปอร์ของเชื้อราทั้ง 4 ชนิดได้ โดย MeJA ให้ผลในการยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อรา *Penicillium* sp. ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ *Aspergillus niger, Rhizopus stolonifer* และ *Aspergillus flavus* ตามลำดับ

สรุปผล

MeJA ความเข้มข้น 800 ไมโครโมล มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์เชื้อรา *A. niger, R. stolonifer* และ *Penicillium* sp.ได้อย่างสมบูรณ์ ยกเว้นสปอร์ของ *A. flavus* และประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกของสปอร์นั้นเพิ่มขึ้นตามความเข้มข้นของ MeJA ที่สูงขึ้น แต่ประสิทธิภาพของ MeJA จะลดลงได้เมื่อสปอร์อยู่ในสภาพที่มีสารอาหารสมบูรณ์ นอกจากนี้ MeJA มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการงอกสปอร์ของเชื้อรา *Penicillium* sp. ได้ดีที่สุด รองลงมาคือ *Aspergillus niger, Rhizopus stolonifer* และ *Aspergillus flavus* ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ผู้วิจัยขอขอบคุณโครงการพัฒนาบัณฑิตศึกษา ปีการศึกษา 2548-2550 และศูนย์นวัตกรรมเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้การสนับสนุนอุปกรณ์และเครื่องมือวิจัย

เอกสารอ้างอิง

จักรพงษ์ พิมพ์พิมล, 2542, เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวผักและผลไม้, ภาควิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะวิศวกรรมและอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่โจ้, เชียงใหม่, 206 หน้า.

นิพนธ์ วิสารทานนท์, 2542, โรคไม้ผลเขตร้อนและการป้องกันกำจัด, คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ, 172 หน้า.

Cheong, J. and Choi, Y. D., 2003, Methyl jasmonate as a vital substance in plants, TRENDS in Genetics, 19(7): 409-413.

Dhingro, O. D. and Sinclair, J. B., 1986, Basic plant pathology methods, CRC Press Inc, Boca Baton, Florida.

González-Aguilar, G. A., Tiznado-Hernández, M. E., Zavaleta-Gatica, R. and Martnez-Tellez, M. A., 2004, Methyl jasmonate treatments reduces chilling injury and activates the defense response of guava fruits, Biochemical Biophysical Research Communications, 313(3): 694-701.

Goodrich-Tanrikulu, M., Mahoney, N. E., Rodriguez, S. B., 1995, The plant growth regulator methyl jasmonate inhibits aflatoxin production by *Aspergillus flavus*. Microbiology, 141: 2831-2837.

Liechti, R. and Farmer, E. E., 2002, The jasmonate pathway, Science, 296: 1649-1650.

Meir, S., Droby, S., Davidson, H., Alsevia, S., Cohen, L., Horev, B. and Philosoph-Hadas S., 1998, Suppression of Botrytis rot in cut rose flowers by postharvest application of methyl jasmonate, Postharvest Biology and Technology, 13: 235-243.

Yao, H. J. and Tian, S. P., 2005, Effects of a biocontrol agent and methyl jasmonate on postharvest diseases of peach fruit and the possible mechanisms involved, Journal Applies Microbiology, 98(4): 941-950.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 235-238 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 235-238 (2550)

ผลของรังสีแกมมาที่มีต่อหนอนเจาะเมล็ดทุเรียน (*Mudaria luteileprosa* Holloway)

Effect of Gamma Radiation on Durian Seed Borer (*Mudaria luteileprosa* Holloway)

สุชาดา เสกสรรค์วิริยะ[1] วณิช ลิ่มโอภาสมณี[1] สาธิต วงษ์ชีรี[1]
ประพนธ์ ปราณโสภณ[1] ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์[1] และ บุญญา สุดาทิศ[1]
Segsarnviriya, S. [1], Limophasmanee, W.[1], Vongcheeree, S.[1],
Pransopon, P.[1], Kongratarporn, T.[1] and Sudatis, B.[1]

Abstract

The survey and the study on disinfestation of durian seed borer (*Mudaria luteileprosa* Holloway) were conducted at durian plantations in 3 districts of Chantaburi Province during the harvesting period (April - June) of 2005-2006. The results showed that the percentages of durian seed borer outbreak in these areas were 26.40 to 70.68.The effect of gamma radiation on pupation and adult eclosion of larvae of durian seed borer was investigated. It was found that the dose that could prevent pupation and adult eclosion at 99.9% were 410.69 and 253.49 Gy , respectively.

Keywords : Durian seed borer, *Mudaria luteileprosa* (Holloway), Radiation

บทคัดย่อ

ได้ดำเนินการสำรวจและศึกษาผลการทำลายของหนอนเจาะเมล็ดทุเรียน (*Mudaria luteileprosa* Holloway) ในพื้นที่ปลูกทุเรียน 3 อำเภอ ในจังหวัดจันทบุรี ในช่วงระยะเวลาเก็บเกี่ยว (เมษายน – มิถุนายน) ปี พ.ศ. 2548-2549 พบการระบาด 26.40 ถึง 70.68 เปอร์เซ็นต์ การศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อการเข้าดักแด้ และการออกเป็นตัวเต็มวัยของหนอนเจาะเมล็ดทุเรียน พบว่าปริมาณรังสีที่ยับยั้งการเข้าดักแด้ และการออกเป็นตัวเต็มวัย ที่ 99.9% คือ 410.69 และ 253.49 เกรย์ ตามลำดับ

คำสำคัญ : หนอนเจาะเมล็ดทุเรียน หนอนใต้ หนอนรู หนอนมาเลย์ การฉายรังสี

คำนำ

ทุเรียนเป็นผลไม้เศรษฐกิจที่สำคัญของไทย ซึ่งได้ชื่อว่าเป็นราชาของผลไม้ เนื่องจากมีขนาดผลใหญ่และรสชาติหวานมัน มีตลาดทั้งภายใน และขยายตลาดไปสู่ต่างประเทศ โดยส่งไปในรูปผลสด แช่แข็ง และแปรรูป ทำรายได้เข้าประเทศมากมาย เกษตรกรจึงให้ความสำคัญกับการผลิตและอารักขาพืชเป็นอย่างดี อย่างไรก็ตาม ยังประสบปัญหาสภาพดินฟ้าอากาศ และปัญหาโรคและแมลงหนอนเจาะเมล็ดทุเรียน (Durian seed borer, *Mudaria luteileprosa* Holloway) ซึ่งเป็นแมลงศัตรูสำคัญของทุเรียน โดยผีเสื้อจะวางไข่บนผลทุเรียนอ่อน และหนอนเจาะเข้าทำลาย และอาศัยอยู่ภายในผลทุเรียน 30-40 วัน กัดกินเมล็ดและถ่ายมูลปะปนในเนื้อทุเรียน ทำให้เนื้อทุเรียนคุณภาพเสีย เมื่อหนอนโตเต็มที่จะออกมาเข้าดักแด้ในดินในปีเดียวกันหรือปีถัดไปจึงออกเป็นตัวเต็มวัย (กองกีฏ และสัตววิทยา, 2544) การป้องกันกำจัดโดยการห่อผลเป็นเทคโนโลยีที่ป้องกันการทำลายได้ 100 เปอร์เซ็นต์ ถ้าถุงไม่ชำรุด แต่ปัญหาคือ ผลทุเรียนแคระแกรน หรือร่วงหล่น ถ้าห่อผลนานผิวเปลือกจะเหลืองไม่เป็นที่ต้องการของตลาด การพ่นสารกำจัดแมลงร่วมด้วยในช่วงที่มีการระบาดมากก่อนห่อผล จะป้องกันกำจัดได้ดี (ศรุต และเกรียงไกร, 2543)

หนอนเจาะเมล็ดทุเรียนนับเป็นแมลงศัตรูทางด้านกักกันพืช หลายประเทศตั้งเงื่อนไขในการนำเข้าทุเรียนสดจากไทยโดยใช้พันธกรณีว่าด้วยมาตรการสุขอนามัยและสุขอนามัยพืช (SPS Agreement) ซึ่งเทคโนโลยีการฉายรังสีผลิตผลทางการเกษตรหลังการเก็บเกี่ยวจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้ โดยเทคโนโลยีนี้เป็นที่ยอมรับของประเทศต่างๆมากขึ้น ปัจจุบันมีประเทศที่ฉายรังสีอาหารเพื่อเป็นการค้ามากกว่า 40 ประเทศ (Follett และ Griffin, 2004) นอกจากนี้สหรัฐอเมริกา ออสเตรเลีย และนิวซีแลนด์ ได้ออกกฎหมายอนุญาตให้มีการนำเข้าผักและผลไม้ฉายรังสีแล้ว

[1] กลุ่มวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 16 ถนนวิภาวดีรังสิต จตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[1]Research and Development Division, Thailand Institute of Nuclear Technology 16 Vibhavadi-Rangsit Road, Chatuchak, Bangkok 10900

อุปกรณ์และวิธีการ

สำรวจทุเรียนพันธุ์หมอนทองจากสวนทุเรียนที่เคยมีการระบาดของหนอนเจาะเมล็ดทุเรียน ในอำเภอมะขาม อำเภอพลิ้ว และอำเภอขลุง จังหวัดจันทบุรี และสุ่มซื้อทุเรียนในเดือน เมษายน พฤษภาคม และมิถุนายน พ.ศ. 2548 และ 2549

1. ฉายรังสีแกมมาทุเรียนด้วยปริมาณรังสีต่างๆ โดยมีทุเรียนไม่ฉายรังสีเป็นตัวเปรียบเทียบ โดยใช้ต้นกำเนิดโคบอลต์ 60 คือ เครื่องฉายรังสีแกมมาระดับอุตสาหกรรม รุ่น JS 8900 และเครื่องฉายรังสี Gammabeam 650 (อัตราปริมาณรังสี 2.144 – 2.192 เกรย์/นาที (พ.ศ. 2548) และ 1.879 – 1.900 เกรย์/นาที (พ.ศ. 2549))
2. หลังฉายรังสี 1 วัน ผ่าผลทุเรียนโดยมีดเพื่อตรวจสอบหนอนอย่างระมัดระวังทุกพู บันทึกจำนวนที่พบ และปริมาณรังสีที่ฉาย นำหนอนมาเลี้ยงในกล่องพลาสติกฝาติดลวดตาข่าย ปูพื้นกล่องด้วยดินและใช้เมล็ดทุเรียนเป็นอาหาร
3. บันทึกการตายของหนอน และการเข้าดักแด้ วันเว้นวันติดต่อกันจนหนอนเข้าดักแด้หมด เลี้ยงดักแด้ต่อในกรงเลี้ยงที่ให้ความชื้นจากด้านล่างเพื่อรอการเจริญเติบโตเป็นตัวเต็มวัย

ผล

การผ่าทุเรียนที่สุ่มมาจากสวนทุเรียนในจังหวัดจันทบุรี ระหว่างเดือน เมษายน - มิถุนายน พ.ศ. 2548 และ 2549 พบการทำลายของหนอนเจาะเมล็ดทุเรียนดังแสดงใน Table 1

Table 1 The Infestation of Durian by Durian Seed Borer.

Month-Years	Number of Durians (fruits)	Number of Infested Durians (fruits)	Infestation (%)
Apr-48	333	93	27.93
May-48	1,037	733	70.68
Jun-48	866	489	56.47
Apr-49	1,250	432	34.56
May-49	1,250	330	26.40
Jun-49	1,250	384	30.72

การศึกษาผลทางรังสีแกมมาที่มีต่อหนอนเจาะเมล็ดทุเรียน แสดงการเข้าดักแด้ และการออกเป็นตัวเต็มวัย เฉลี่ยจากการทดลอง 3 ซ้ำ แสดงใน Table 2

Table 2 The Effect of Gamma Radiation on Pupation and Adult Eclosion of Larvae.

Dose (Gray)	Number of Irradiated Larvae	Pupation (%)	Adult Eclosion (%)
0	203	37.98	34.42
50	178	4.17	1.03
100	235	0.50	0.63
150	214	1.60	0
200	188	2.23	0.24
250	159	1.64	0
300	272	0	0

ผลของรังสีแกมมาที่ฉายหนอนต่อการออกเป็นดักแด้และตัวเต็มวัย วิเคราะห์โดยการปรับค่าการตายเมื่อไม่ฉายรังสี โดยใช้ Abbot's formula และคำนวณหา $LD_{99.9}$ โดยวิธีการ Linear regression ได้สมการดังนี้

สมการการออกเป็นดักแด้

$Y = -10.712x + 27.997$ ($R^2 = 0.5016$)

โดย X = ค่า log ของปริมาณรังสี Y = เปอร์เซ็นต์การเข้าดักแด้ของหนอน

สมการการออกเป็นตัวเต็มวัย

$Y = -4.0223X + 9.6705$ ($R^2 = 0.8618$)

โดย X = ค่า log ของปริมาณรังสี Y = เปอร์เซ็นต์การออกเป็นตัวเต็มวัยของหนอน

ปริมาณรังสีที่ยับยั้งการเข้าดักแด้และการออกเป็นตัวเต็มวัย

$LD_{99.9}$ (pupation) = 410.69 Gy

$LD_{99.9}$ (eclosion) = 253.49 Gy

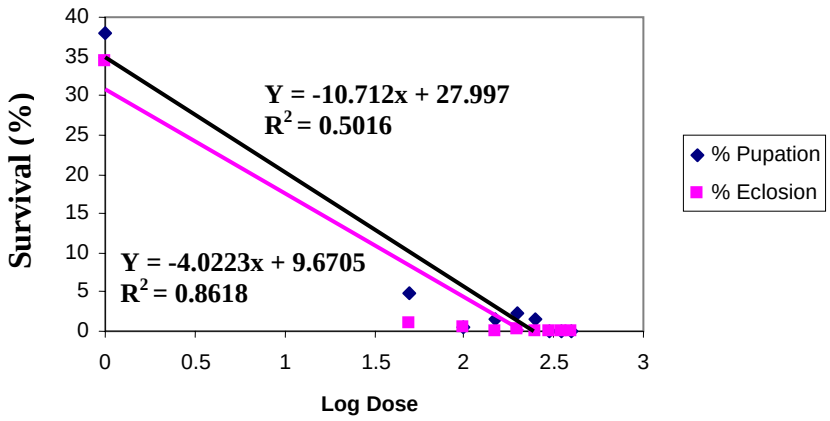


Figure 1 The Effect of Gamma Radiation on the Survival of Larvae.

วิจารณ์ผล

การสำรวจการแพร่ระบาดของหนอนเจาะเมล็ดทุเรียนจากสวนทุเรียนในจังหวัดจันทบุรีในช่วงเดือน เมษายน ถึง มิถุนายน พ.ศ. 2548 และ 2549 จากสวนที่มีแนวโน้มว่าจะมีการระบาด เนื่องจากขาดการดูแลรักษา พบการระบาด 26.40 – 70.68% ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ เกรียงไกรและคณะ (2549) ซึ่งกล่าวว่าการระบาดของหนอนเจาะเมล็ดทุเรียนในจังหวัดจันทบุรีและระยอง เนื่องจากอุณหภูมิ ความสูงจากระดับน้ำทะเล ปริมาณน้ำฝน และความชื้นสัมพัทธ์เหมาะสม แต่เปอร์เซ็นต์การระบาดที่ได้จากงานทดลองนี้อาจค่อนข้างสูงเพราะเลือกสุ่มตัวอย่างจากพื้นที่ที่เคยมีการระบาดเท่านั้น

หนอนเจาะเมล็ดทุเรียนไม่สามารถเลี้ยงในห้องปฏิบัติการได้ เนื่องจากหลังจากตัวเต็มวัยวางไข่ และหนอนระยะแรกเข้าไปในผลทุเรียนอ่อนแล้ว ตลอดระยะหนอนจะอยู่ในผลทุเรียน ซึ่งเป็นสิ่งแวดล้อมที่ไม่สามารถสร้างขึ้นในห้องปฏิบัติการได้ จึงจำเป็นต้องนำผลทุเรียนที่คาดว่ามีหนอนเจาะเมล็ดทุเรียนอยู่ภายในมาฉายรังสี ซึ่งหนอนแต่ละตัวอาจมีอายุแตกต่างกัน จากการทดลองพบว่า ปริมาณรังสีที่ยับยั้งหนอนไม่ให้เข้าดักแด้คือ 410.69 เกรย์ และปริมาณรังสีที่ยับยั้งหนอนไม่ให้ออกเป็นตัวเต็มวัยคือ 253.49 เกรย์ ซึ่งสูงกว่าปริมาณรังสีที่ International Plant Protection Convention (IPCC) (2003) กำหนดไว้ว่า ปริมาณรังสี 100 -250 เกรย์ ยับยั้งหนอนไม่ให้ออกเป็นตัวเต็มวัยและปริมาณรังสี 200 – 400 เกรย์ ทำให้ดักแด้เป็นหมัน

สรุปผล

การสำรวจการระบาดของหนอนเจาะเมล็ดทุเรียนในสวนทุเรียนที่ขาดการดูแลรักษา และเป็นแหล่งที่เคยมีการระบาดของแมลงชนิดนี้ พบการทำลายเฉลี่ย 41.13% ปริมาณรังสีแกมมาที่ฉายหนอนทำให้ไม่สามารถเข้าดักแด้ได้ 99.9% ($LD_{99.9}$)

คือ 410.69 เกรย์ ปริมาณรังสีแกมมาที่ฉายหนอนทำให้ไม่สามารถออกเป็นตัวเต็มวัยได้ 99.9% ($LD_{99.9}$) คือ 253.49 เกรย์ ปริมาณรังสีแกมมาที่ใช้กำจัดหนอนเจาะเมล็ดทุเรียนในแง่กักกันพืช ไม่ควรต่ำกว่า 410.69 เกรย์ เพราะเป็นปริมาณรังสีที่ยับยั้งการเข้าดักแด้ (เนื่องจากระยะดักแด้อาจยาวนานเป็นปี จึงไม่ควรใช้ปริมาณรังสีที่ยับยั้งการออกเป็นตัวเต็มวัย)

เอกสารอ้างอิง

กองกีฏ และสัตววิทยา กรมวิชาการเกษตร, 2544, แมลงศัตรูทุเรียนและการป้องกันกำจัด แผ่นพับวิชาการ กกส-ผ-001-2544 กลุ่มงานวิจัยแมลงศัตรูไม้ผล สมุนไพรและเครื่องเทศ, 10 หน้า.

เกรียงไกร จำเริญมา, ศรุต สุทธิอารมณ์, สัญญาณี ศรีคชา และยุทธนา แสงโชติ, 2549, การสำรวจการแพร่ระบาดของหนอนเจาะเมล็ดทุเรียน, กลุ่มกีฏและสัตววิทยา สำนักวิจัยพัฒนาการอารักขาพืช กรมวิชาการเกษตร, 44 หน้า.

ศรุต สุทธิอารมณ์ และเกรียงไกร จำเริญมา, 2543, การห่อทุเรียนในเอกสารประชุมสัมมนาทางวิชาการ แมลงและสัตว์ศัตรูพืช ครั้งที่ 12, 23-31 มีนาคม 2543 ณ โรงแรมอมารี ออคิด รีสอร์ท เมืองพัทยา จังหวัดชลบุรี, หน้า 326-327.

Follett, P. A. and Robert. L. G., 2004, Irradiation as a Phytosanitary Treatment for Fresh Horticultural Commodities : Research and Regulations, p.30.

International Plant Protection Convention (IPPC), 2003, International Standards for Phytosanitary Measures (ISPM) No.18, Guidelines for the Use of Irradiation as a Phytosanitary Measure. April. 2003. FAO, Rome.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 239-242 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 239-242 (2550)

คุณภาพ และสีผิวของผลแก้วมังกรที่เปลี่ยนแปลงจากการฉายรังสีแกมมา

Changes of Quality and Skin Color of Dragon Fruit affected by Gamma Irradiation

อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1] ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1]
วณิช ลิ่มโอภาสมณี[2] สุชาดา เสกสรรวิริยะ[2] ประพนธ์ ปราณโสภณ[2] และ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์[2]
Kerdchoechuen, O.[1], Laohakunjit, N.[1], Photchanachai, S.[1], Uthairatanakit, A.[1],Jitareerat, P.[1],
Limohpasmanee, W.[2], Segsarnviriya, S.[2], Pransopon, P.[2] and Kongratarpon, T.[2]

Abstract

This research was aimed to study the quality and color changes of dragon fruits after gamma irradiation. Gamma ray at concentration of 0, 300, 600 and 900 Gy was applied. Quality changes; total sugar, total soluble solids (TSS), total acids, and firmness, changes of peel and flesh color using chromameter to monitor L, a and b values were determined 1, 5, 10 and 15 days after irradiation. Results showed that total sugar of dragon fruits (flesh) irradiated with 600 Gy was increased after treated only 1 and 5 days. The fruits' peel treated with all concentration of gamma ray resulted in an increasing of total soluble solids (TSS) compared with the control during 15 days of storage. Treated fruits seemed to decrease total acid, but increase their firmness. Moreover, there was no significant difference among peel color as yellow color (b value) but green color (a value) was decreased after irradiation. Irradiation with all concentration of gamma ray could be resulted in decreasing of green color but increasing of yellow color of bract and peel for all 15 days of storage.

Keywords : gamma irradiation, gragon fruit

บทคัดย่อ

การวิจัยครั้งนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและสีผิวของแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีโดยใช้รังสีแกมมา 4 ระดับ คือ 0, 300, 600 และ 900 Gy สำหรับคุณภาพ ได้แก่ total sugar, total soluble solids (TSS) , total acids, ความแน่นเนื้อ (firmness) และศึกษาสีของเปลือกและเนื้อ โดยใช้ chromameter บันทึกค่า L, a และ b ในวันที่ 1, 5, 10 และ 15 หลังการฉายรังสี ผลการศึกษาในส่วนของเนื้อผล พบว่าการฉายรังสี 600 Gy ทำให้ total sugar เพิ่มขึ้น เฉพาะวันที่ 1 และ 5 หลังการฉายรังสีเท่านั้น สำหรับ TSS พบว่าการฉายรังสีทุกความเข้มข้นมีผลให้ TSS สูงขึ้น เมื่อเทียบกับ control ตลอด 15 วันของการเก็บรักษา แต่พบว่าการฉายรังสีทำให้ total acid ลดลง ในขณะที่ความแน่นเนื้อ (firmness) เพิ่มขึ้น นอกจากนี้ไม่พบว่าการฉายรังสีมีผลต่อการเปลี่ยนสีของเนื้อผลในรูปของสีเหลือง (ค่า b) แต่การฉายรังสีสามารถลดสีเขียว (ค่า a) ของเนื้อผล สำหรับสีของกลีบประดับ และเปลือก พบว่ามีสีเขียวลดลงแต่มีสีเหลืองมากขึ้นตลอดระยะเวลาเก็บนาน 15 วัน

คำสำคัญ : รังสีแกมมา แก้วมังกร

คำนำ

การฉายรังสีนอกจากสามารถควบคุมแมลงศัตรูพืช โดยเฉพาะแมลงวันผลไม้ ยังสามารถควบคุมโรคพืชที่ติดมากับผลไม้ได้ แต่การฉายรังสีอาจทำให้ผลไม้มีการเปลี่ยนคุณภาพ (Moy, 1993) เช่น ความแน่นเนื้อ ของแข็งที่ละลายน้ำ (total soluble solids: TSS) ปริมาณกรดทั้งหมด, vitamin C, และการเปลี่ยนแปลงของสี (Ladaniya และคณะ, 2003) ซึ่งพืชแต่ละชนิดมีการตอบสนองต่อการฉายรังสีไม่เท่ากัน (Dannison และคณะ, 1996) อย่างไรก็ตามไม่มีรายงานผลการเปลี่ยนแปลงในผลแก้วมังกร ดังนั้นในการศึกษานี้เป็นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและสีผิวของแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีโดยใช้รังสีแกมมา 4 ระดับ คือ 0, 300, 600 และ 900 Gy เพื่อใช้เป็นแนวทางในการส่งออกผลแก้วมังกรไปจำหน่ายยังต่างประเทศต่อไป

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน ถนนเทียนทะเล กรุงเทพฯ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkuntein Campus, Bangkok 10150
[2]สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ถนนวิภาวดี เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[2]The Atom for Peace, Vipavadee Rd., Jatujak, Bangkok 10900

อุปกรณ์และวิธีการ

ผลแก้วมังกรเก็บเกี่ยวจากสวนเกษตรกรอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร ในระยะแก่เต็มที่และมีขนาดของผล สีผิวใกล้เคียงกัน ก่อนนำมาที่ห้องปฏิบัติการ Plant and Soil คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ) วิทยาเขตบางขุนเทียน เพื่อทำความสะอาดก่อนนำไปฉายรังสี ณ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ (ชื่อในขณะนั้น) โดยฉายรังสีแกมมา 4 ระดับ คือ 0, 300, 600 และ 900 Gy หลังการฉายรังสีนำผลแก้วมังกรมาวิเคราะห์ total sugar (โดยใช้วิธีของ Duo Lin, และคณะ, 2003) total soluble solids (TSS) (โดยใช้ Atago refractometer), total acids (โดยการไตเตรท), ความแน่นเนื้อ (firmness) (โดยใช้ hand fruit firmness tester) และศึกษาสีของเปลือกและเนื้อ โดยใช้ chromameter บันทึกค่า L, a และ b ในวันที่ 1, 5, 10 และ 15 หลังการฉายรังสี ซึ่งเก็บรักษาผลแก้วมังกรฉายรังสีไว้ในที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส

ผลและวิจารณ์ผล

การฉายรังสีมีผลให้ปริมาณน้ำตาลของผลแก้วมังกรสูงกว่าน้ำตาลในผลแก้วมังกรที่ไม่ได้ฉายรังสี (0 Gy) ในวันที่ 1 และ 5 หลังการฉายรังสี โดยผลแก้วมังกรฉายรังสี 600 Gy มีปริมาณน้ำตาลสูงที่สุด แต่ในวันที่ 10 และ 15 หลังการฉายรังสี ปริมาณน้ำตาลในผลแก้วมังกรลดลงทั้งผลแก้วมังกรฉายและไม่ฉายรังสี อย่างไรก็ตามปริมาณน้ำตาลในผลแก้วมังกรฉายรังสียังคงมีปริมาณสูงกว่าผลแก้วมังกรชุดควบคุม (Figure 1a) และการฉายรังสี 900 Gy มีผลให้การเพิ่มของปริมาณน้ำตาลใกล้เคียงกับผลแก้วมังกรที่ได้รับรังสี 300 Gy สำหรับปริมาณ TSS ในผลแก้วมังกรประมาณ 11-12 °Brix และการฉายรังสีก็ส่งผลให้ TSS ของผลแก้วมังกรสูงขึ้นตลอดการทดลอง โดยแก้วมังกรฉายรังสีแกมมา 600 Gy มีปริมาณ TSS สูงที่สุด (Figure 1b) ส่วนปริมาณของ TA พบว่าการฉายรังสีทำให้ปริมาณ TA ลดลงในวันที่ 1 และ 5 หลังการฉายรังสี แต่ในวันที่ 10 และ 15 หลังการฉายรังสี ปริมาณของ TA ของแก้วมังกรฉายรังสีและไม่ฉายรังสีลดลง (Figure 1c) ซึ่งผลของ TA มีความสัมพันธ์ในทางตรงกันข้ามกับปริมาณน้ำตาล และ TSS ที่พบในผลแก้วมังกร และสอดคล้องกับการศึกษาของ Neven และ Drake (2000) ที่ศึกษาในผลเชอรรี่ฉายรังสี อย่างไรก็ตามการศึกษานี้ไม่พบว่าการฉายรังสีมีผลต่อพีเอชของเนื้อแก้วมังกร และผลก็ไม่สอดคล้องกับปริมาณ TA ที่พบเช่นกัน (Figure 1d)

Figure 2 แสดงการเปลี่ยนแปลงของสี ในรูปของค่า a และ b ของเปลือก เนื้อ และสีของ bract ซึ่งพบว่า ค่า b ของ bract ผลแก้วมังกรฉายรังสีมีค่าสูงขึ้น หรือมีสีเหลืองเพิ่มมากขึ้น อาจเนื่องมาจากอิทธิพลของรังสีแกมมาที่ไปกระตุ้นให้เกิดการเปลี่ยนแปลงของสี หรืออาจเกิดจากการเพิ่มขึ้นของอุณหภูมิของผลแก้วมังกรหลังการฉายรังสีที่ไปเร่งให้เกิดการสูญเสียน้ำโดยเฉพาะในส่วนของ bract ที่ยื่นออกไปนอกผลที่ได้รับอันตรายมากกกว่าส่วนของสีผิวผลและส่วนของเนื้อผลที่อยู่ภายใน สำหรับค่า a ของ bract มีการเปลี่ยนแปลงเช่นเดียวกับค่า b ที่พบว่าการฉายรังสีทำให้ค่า a เพิ่มขึ้น หรือสีเขียวลดลง นอกจากนี้ยังพบว่าการฉายรังสีไม่มีผลต่อความแน่นเนื้อ แต่แก้วมังกรหลังการฉายรังสี 15 วัน มีความแน่นเนื้อเพิ่มขึ้น อาจเนื่องมาจากมีการสูญเสียน้ำ ในระหว่างการเก็บรักษา ทำให้ความเต่งลดลง ซึ่งจะมีผลต่อค่าความแน่นเนื้อ (จริงแท้, 2549) (Figure 3)

สรุปผล

การฉายรังสี 600 Gy ส่งผลให้คุณภาพของแก้วมังกรดีขึ้น โดยมีปริมาณน้ำตาลสูงขึ้น และปริมาณกรด (TA) ลดลง แต่การฉายรังสี 900 Gy ทำให้เกิดการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของผลแก้วมังกรไม่ดีเท่ากับการฉายรังสีความเข้มข้น 600 Gy อย่างไรก็ตามการฉายรังสีแกมมาความเข้มข้นสูงส่งผลทำให้สีของ bract เหลืองเร็วขึ้น และเหี่ยวมากขึ้น ซึ่งจะทำให้อายุการวางจำหน่ายของผลแก้วมังกรฉายรังสีลดลง

เอกสารอ้างอิง

จริงแท้ ศิริพานิช, 2549, ชีววิทยาหลังการเก็บเกี่ยวและการวายของพืช, โรงพิมพ์ศูนย์ส่งเสริมและฝึกอบรมการเกษตรแห่งชาติ, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตกำแพงแสน, จ.นครปฐม, 453 หน้า.

Dannison, R. A., Grierson, W. and Ahmed, E. M., 1966, Irradiation of Duncan grapefruit, pineapple and Valencia oranges and temples, Proceedings of the Florida State Horticultural Society, 79: 285-292.

Lin, D., Huang, D. and Wang, S., 2004, Effects of potassium levels on fruit quality of muskmelon in soilless medium culture, Scientia Horticulturae, 102(1): 53-60.

Ladaniya, M. S., Singh, S. and Wadhawan, A. K., 2003, Response of 'Nagpur' mandarin, 'Mosambi' sweet orange and 'Kagzi' acid lime to gamma radiation, Radiation Physics and Chemistry, 67: 665-675.

Moy, J. H., 1993, Efficacy of irradiation vs thermal methods as quarantine treatments for tropical fruits, Radiation Physics and Chemistry, 42(1-3): 269-272.

Neven, L. G. and Drake, S. R., 2000, Comparison of alternative postharvest quarantine treatments for sweet cherries, Postharvest Biology and Technology, 20: 107-114.

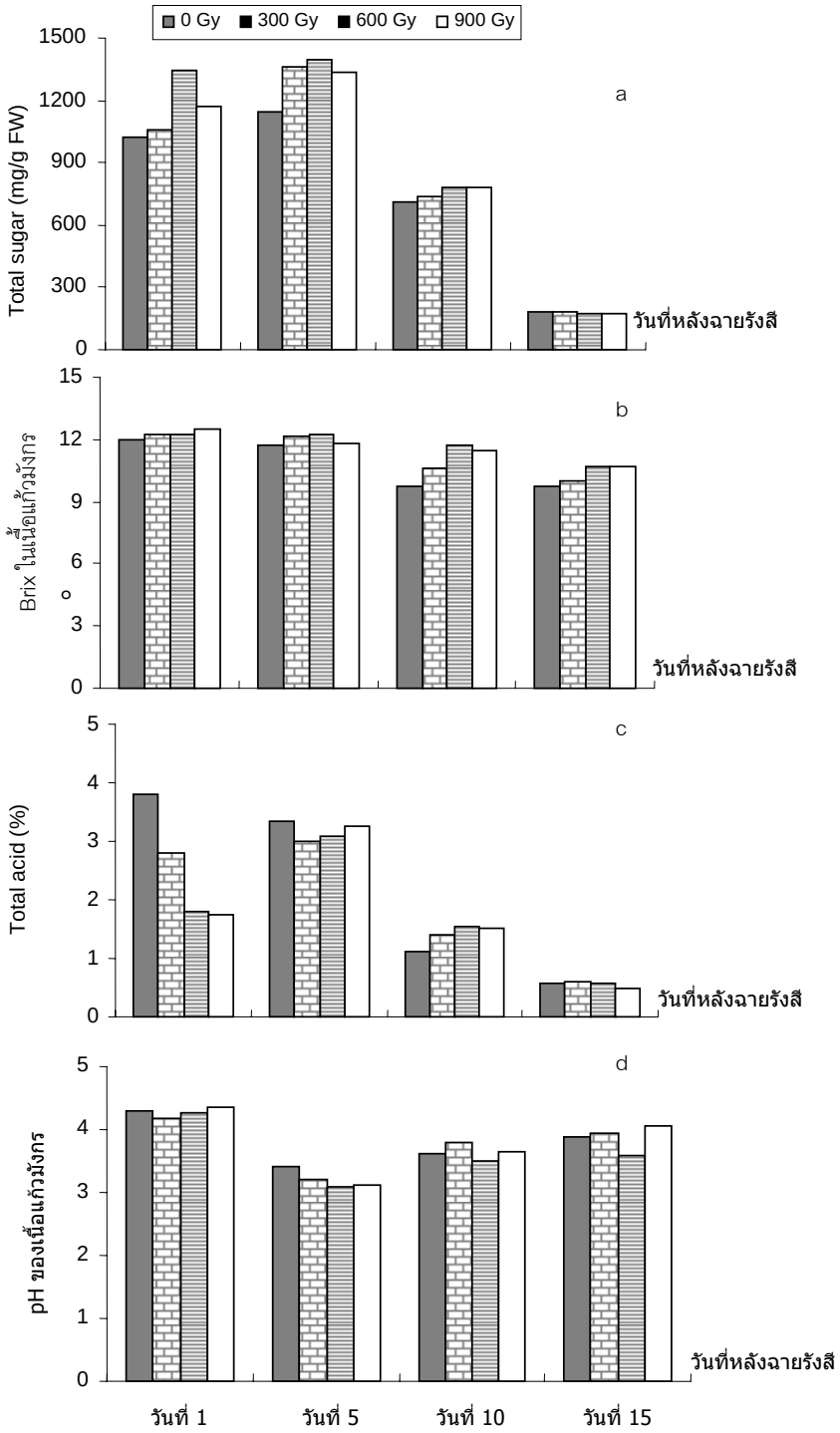


Figure 1 Effect of gamma irradiation on a) total sugar, b) total soluble solids, c) total acids, and d) pH of dragon fruits.

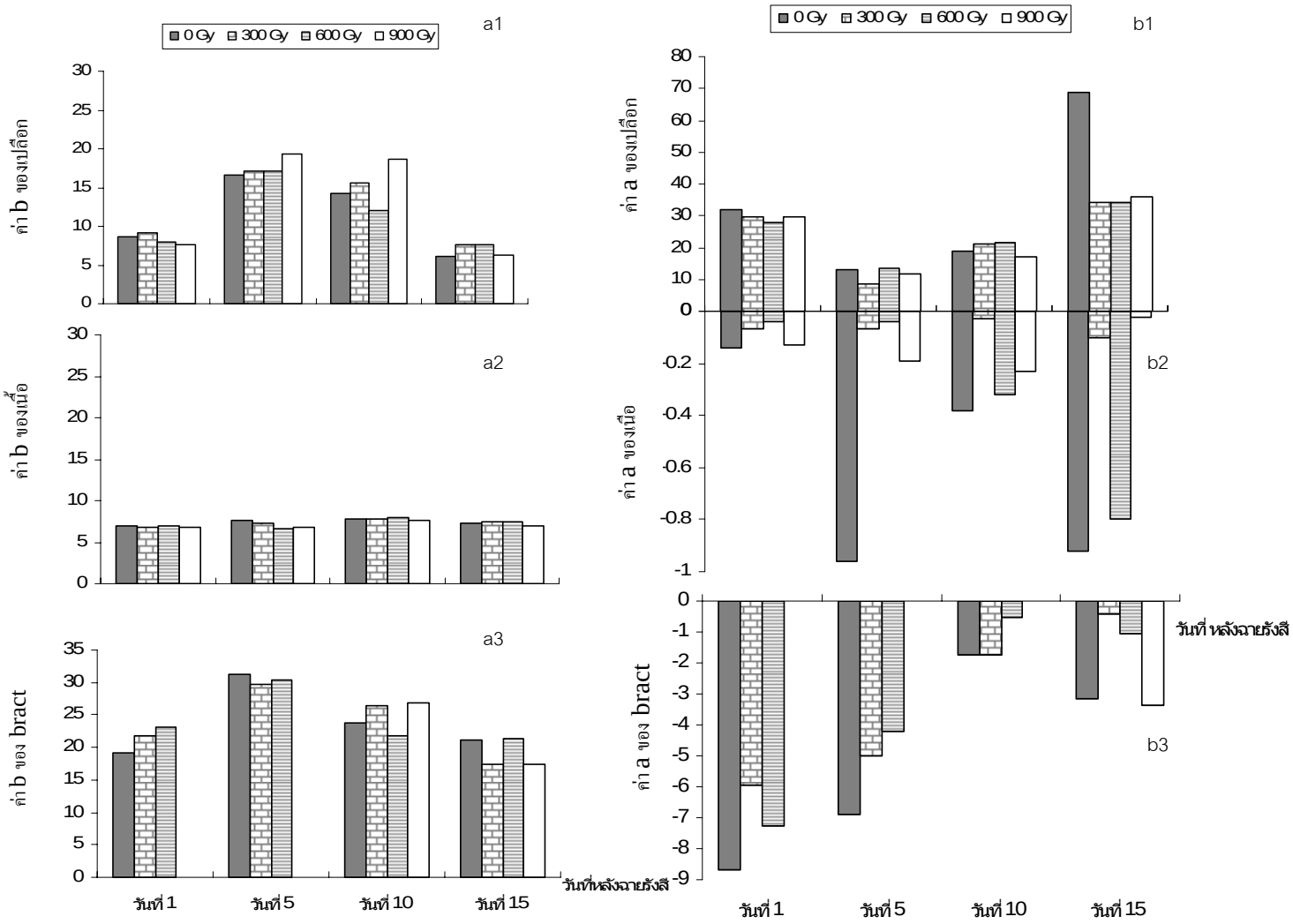


Figure 2 Effect of gamma irradiation on a values of 1) peel, 2) fresh, 3) bract and b values 1) peel, 2) fresh, 3) bract of dragon fruits.

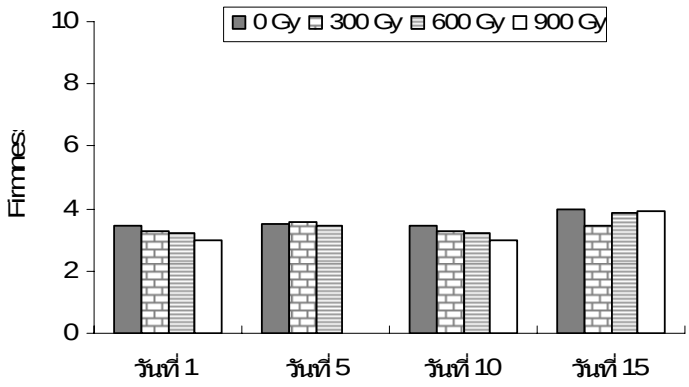


Figure 3 Effect of gamma irradiation on fruit firmness of dragon fruits.

ผลของรังสีแกมมาต่อคุณภาพทุเรียนเพื่อการส่งออก

Effect of Gamma Radiation on the Qualities of Durians for Export

เสาวพงศ์ เจริญ[1] สุรศักดิ์ สัจจบุตร[1] จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ[1] วณิช ลิ่มโอภาสมณี[1] และ สุชาดา เสกสรรค์วิริยะ[1]

Charoen, S.[1], Sajjabut, S.[1], Aemsiri, J.[1], Limohpasmanee, V.[1] and Segsarnviriya, S.[1]

Abstract

The effects of gamma radiation on the qualities and the shelf life of fresh durians produced for export to foreign countries were investigated. Durians were sprayed with wax solution and irradiated with gamma radiation at 300 and 700 grays before storage at 15°C. Chemical, physical and sensory properties were determined at 1, 7, 14 and 21 days of storage time compared with non-irradiated durians without wax spraying. It was found that both non-irradiated and irradiated durians could acceptably be stored up to 14 days with no significant difference on qualities at weekly intervals of storage time except weight loss in durians irradiated at 300 gray kept for 14 days which was significantly less than those in non-irradiated controls and durians irradiated at 700 gray. Durian irradiated at 300 gray had the best overall appearance when it was kept for 7 and 14 days. To avoid the plant quarantine problem regarding the insect infestation of fresh durians for export, irradiation is applicable for insect disinfestations, and it can replace other post-harvest pest control methods. Therefore, the dose of 300 gray gamma radiation should be the suitable dose for irradiation of durians for export without any changes in the qualities from non-irradiated durians

Keywords : durian, gamma radiation, plant quarantine, exported fruit

บทคัดย่อ

ได้ทำการศึกษาผลของรังสีแกมมาต่อคุณภาพและอายุการเก็บของผลทุเรียนสดที่ผลิตเพื่อการส่งออกไปจำหน่ายยังต่างประเทศ โดยทำการพ่นน้ำยาเคลือบผิวทุเรียนแล้วฉายรังสีแกมมาปริมาณ 300 และ 700 เกรย์ เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 15°ซ แล้วทำการวิเคราะห์คุณภาพทางเคมี กายภาพ และประสาทสัมผัส ที่อายุการเก็บรักษา 1 7 14 และ 21 วัน เปรียบเทียบกับทุเรียนที่ไม่ฉายรังสีซึ่งไม่พ่นน้ำยาเคลือบผิว พบว่าทุเรียนทั้งที่ไม่ฉายรังสีและฉายรังสีปริมาณ 300 และ 700 เกรย์ มีคุณภาพเป็นที่ยอมรับและสามารถเก็บรักษาได้นานถึง 14 วัน โดยคุณภาพทางด้านเคมี กายภาพและประสาทสัมผัส ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติในแต่ละอายุของการเก็บรักษา ยกเว้นทุเรียนฉายรังสีปริมาณ 300 เกรย์เก็บนาน 14 วัน มีน้ำหนักที่สูญเสียไปน้อยกว่าทุเรียนไม่ฉายรังสีและทุเรียนที่ฉายรังสีปริมาณ 700 เกรย์ อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ และทุเรียนฉายรังสีปริมาณ 300 เกรย์ มีคุณภาพภายนอกดีที่สุดเมื่อมีอายุการเก็บ 7 และ 14 วัน เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาการกักกันพืชอันเนื่องจากพบแมลงในผลทุเรียนส่งออก จึงสามารถใช้วิธีการฉายรังสีทดแทนวิธีการควบคุมแมลงศัตรูพืชหลังเก็บเกี่ยววิธีอื่น ดังนั้นการฉายรังสีทุเรียนปริมาณ 300 เกรย์ จึงเหมาะสมต่อการฉายรังสีทุเรียนโดยไม่ทำให้คุณภาพของทุเรียนเปลี่ยน แปลงต่างไปจากทุเรียนไม่ฉายรังสี

คำสำคัญ : ทุเรียน รังสีแกมมา กักกันพืช ผลไม้ส่งออก

คำนำ

การส่งออกผลทุเรียนสดไปยังบางประเทศ เช่น ออสเตรเลีย และสหรัฐอเมริกา มีปัญหาด้านแมลงศัตรูพืชที่เข้าทำลายทำให้คุณภาพทุเรียนสดไม่ได้มาตรฐาน และไม่สามารถแข่งขันกับผลไม้ชนิดอื่นในด้านการตลาดได้ แมลงศัตรูทุเรียน ได้แก่ หนอนเจาะเมล็ดทุเรียน (Durian seed borer) หนอนเจาะผล (Castor capsule borer) และเพลี้ยแป้ง (Mealy bug) ซึ่งประเทศคู่ค้าใช้เป็นข้อจำกัดในการกีดกันการนำเข้า (ศรุต, 2542) แม้ว่าจะมีวิธีการควบคุมแมลงศัตรูวิธีอื่นเช่นการใช้สารรมควัน แต่อาจมีสารเคมีตกค้างในผลไม้ทำให้ไม่เป็นที่ยอมรับของประเทศผู้นำเข้า การฉายรังสีแกมมาด้วยปริมาณรังสีที่

[1]กลุ่มวิจัยและพัฒนานิวเคลียร์ สถาบันเทคโนโลยีนิวเคลียร์แห่งชาติ (องค์การมหาชน) 16 ถนนวิภาวดีรังสิต จตุจักร กรุงเทพฯ 10900

[1]Nuclear Research and Development Division, Thailand Institute of Nuclear Technology (Public Organization) 16 Vibhavadi Rangsit Road, Jatujak, Bangkok 10900

เหมาะสมจัดเป็นวิธีที่ช่วยทำลายการแพร่พันธุ์ของแมลงในอาหารหรือผักผลไม้ได้ โดยที่ไม่ทำให้สภาพและคุณค่าทางอาหารของเนื้อผลไม้เปลี่ยนไป (ยุทธพงศ์ และวชิรา, 2539) ในแง่ของการกักกันพืชในการค้าขายระหว่างประเทศ ปริมาณรังสีที่ใช้กำจัดแมลงในผลไม้เพื่อการส่งออก คือ 300 เกรย์ โดยยึดหลักว่าเป็นปริมาณรังสีที่ทำให้แมลงไม่สามารถดำรงชีวิตหรือแพร่พันธุ์ได้ (IAEA, 1991) แต่ในการฉายรังสีด้วยเครื่องฉายรังสีในระดับอุตสาหกรรม ค่าปริมาณรังสีสูงสุดที่ทุเรียนจะได้รับอาจมีมากกว่า 300 เกรย์ในบางผล จึงได้ทดลองฉายรังสีทุเรียนที่ปริมาณรังสีมากกว่า 300 เกรย์ด้วย แต่ในการฉายรังสีผลไม้โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อการกำจัดแมลงได้มีกำหนดไว้ในประกาศกระทรวงสาธารณสุขฉบับที่ 103 (พ.ศ. 2529) ให้ใช้ปริมาณรังสีได้ไม่เกิน 1 กิโลเกรย์ (กระทรวงสาธารณสุข, 2529) จึงได้ทำการฉายรังสีทุเรียนด้วยปริมาณรังสี 300 และ 700 เกรย์ ทำการศึกษาผลของรังสีต่อคุณภาพทางเคมี กายภาพ และด้านประสาทสัมผัส โดยเปรียบเทียบกับทุเรียนที่ไม่ได้ฉายรังสี การทดลองวิจัยนี้ได้กระทำในปี พ.ศ. 2548-2549 โดยทำทดลองรวม 4 รุ่น (ปีละ 2 รุ่น)

อุปกรณ์และวิธีการ

นำทุเรียนพันธุ์หมอนทองอายุผลนับจากวันดอกบานประมาณ 120-135 วัน (บรรณ, 2532) จากสวนของเกษตรกรที่มีประวัติการส่งทุเรียนออกจำหน่ายต่างประเทศมาทำความสะอาดภายนอกโดยใช้แปรงปัดและใช้เครื่องเป่าลม ทุเรียนชุดที่จะนำไปฉายรังสี นำมาพ่นน้ำยาเคลือบผิว (Zivdar wax™) ส่วนทุเรียนที่ไม่ฉายรังสีไม่ต้องทำการพ่นน้ำยาเคลือบผิว ทำการฉายรังสีแกมมาด้วยเครื่องฉายรังสี Gamma beam-650 ซึ่งมีอัตราปริมาณรังสี 2.22-3.05 เกรย์ต่อนาที ให้ได้ปริมาณรังสี 300 และ 700 เกรย์ นำทุเรียนทั้งหมดมาเก็บไว้ในห้องควบคุมอุณหภูมิที่ 15$\pm$2 องศาเซลเซียส สุ่มตัวอย่างที่อายุการเก็บ 1 7 14 และ 21 วัน มาทำการทดสอบคุณภาพทางเคมี ได้แก่ปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด (total soluble solids) ปริมาณแป้ง (starch) ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด (total sugars) ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมด (total reducing sugar) ปริมาณกรดทั้งหมด (total acidity) พีเอช (pH) ปริมาณความชื้น (Moisture content) ปริมาณโปรตีน (protein) ปริมาณไขมัน (fat) ปริมาณวิตามินซี (vitamin C) และปริมาณเบต้า-แคโรทีน (β-carotene) การทดสอบคุณภาพทางกายภาพ ได้แก่ น้ำหนักที่สูญเสีย สีเนื้อทุเรียนด้วยเครื่องวัดสี chromameter สีเนื้อและสีเปลือกทุเรียนเทียบกับกระดาษเทียบสี พร้อมทั้งทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสเมื่อเก็บรักษาไว้ 1 7 และ 14 วัน โดยผู้ชิมให้คะแนนตามความชอบแบบ 9-point hedonic scale design การวิเคราะห์ทางสถิติทำแบบ ANOVA และวิเคราะห์หาความแตกต่างของค่าเฉลี่ยในแต่ละทรีตเมนต์ของแต่ละอายุการเก็บอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95% โดยใช้โปรแกรมคอมพิวเตอร์สำเร็จรูป SPSS 9.0

ผล

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางเคมี ดังแสดงใน Table 1 พบว่าปริมาณของแข็งที่ละลายได้ทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลทั้งหมด ปริมาณน้ำตาลรีดิวซ์ทั้งหมด และปริมาณกรดทั้งหมด มีค่าเพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บโดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ระหว่างทุเรียนทุกทรีตเมนต์ของแต่ละอายุการเก็บ ปริมาณแป้ง และ pH มีค่าลดลงตามอายุการเก็บตั้งแต่ 7 วันขึ้นไป และลดลงตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น แต่ไม่มีความแตกต่างกันมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ระหว่างทุเรียนทุกทรีตเมนต์ของแต่ละอายุการเก็บ จากการศึกษาพบว่าปริมาณวิตามินซีไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ระหว่างทุเรียนทุกทรีตเมนต์ของแต่ละอายุการเก็บ ปริมาณเบต้า-แคโรทีน ปริมาณโปรตีน และปริมาณไขมันไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ($p>0.05$) ระหว่างทุเรียนทุกทรีตเมนต์ของอายุการเก็บ 1 และ 21 วัน ปริมาณความชื้นของทุเรียนฉายรังสี 300 เกรย์ มีมากกว่าทุเรียนฉายรังสี 700 เกรย์และทุเรียนที่ไม่ฉายรังสี ที่อายุการเก็บ 1 และ 7 วัน แต่ที่อายุการเก็บ 14 และ 21 วัน ปริมาณความชื้นเพิ่มขึ้นตามปริมาณรังสีที่เพิ่มขึ้น โดยไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ที่ทุกๆ ระยะเวลาการเก็บ

ผลการวิเคราะห์คุณสมบัติทางกายภาพ และคุณภาพทางประสาทสัมผัส ดังแสดงใน Table 2 และ 3 ตามลำดับ พบว่าเปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียของทุเรียนทุกทรีตเมนต์เพิ่มขึ้นตามอายุการเก็บ แต่ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ระหว่างทุเรียนทุกทรีตเมนต์ของแต่ละอายุการเก็บ ยกเว้นที่อายุการเก็บ 14 วัน เปอร์เซ็นต์น้ำหนักที่สูญเสียของทุเรียนฉายรังสี 300 เกรย์น้อยกว่าของทุเรียนไม่ฉายรังสีและของทุเรียนที่ฉายรังสี 700 เกรย์ อย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) จากการศึกษาสีเหลืองของเนื้อทุเรียน(ค่า color b) วัดด้วยเครื่องวัดสี Chromameter สีเนื้อ และสีเปลือกทุเรียนเทียบกับกระดาษเทียบสี พร้อมทั้งคุณภาพทางประสาทสัมผัสด้านสี กลิ่น รสชาติ เนื้อสัมผัสของเนื้อทุเรียน และคุณภาพภายนอกโดยรวมของทุเรียนทั้งผล ไม่มีความแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p>0.05$) ระหว่างทุเรียนทุกทรีตเมนต์ของแต่ละอายุการเก็บ

Table 1 Effect of gamma radiation on chemical quality of durians (4 lots) at various time of storage.

Storage time (Days)	Dose (Gray)	TSS (%Brix)	Total sugar (%)	Total reducing sugar(%)	Starch (%)	Total acidity (%)	pH	Moisture (%)	Vitamin C (mg /100g)	β-carotene (µg /100g)	Protein (%)	Fat (%)
1	0	8.1 ±2.3	5.3 ±1.8	0.71 ±0.46	52.1 ±17.6	0.04 ±0.01	7.00 ±0.09	66.3 ±3.3	34.61 ±4.48	41.41 ±8.90	1.99 ±0.28	2.33 ±0.58
	300	9.4 ± 1.1	6.4 ±1.6	0.89 ± 0.36	50.1 ± 17.4	0.05 ± 0.02	7.02 ±0.09	66.4 ± 1.8	34.88 ±3.55	65.33 ±2.37	2.02 ±0.32	2.91 ±1.42
	700	9.4 ±0.8	7.4 ±0.9	0.83 ±0.40	52.3 ±18.3	0.05 ± 0.01	7.01 ±0.13	66.2 ± 1.1	34.34 ±2.10	45.56 ±14.91	2.04 ± 0.31	3.01 ±1.10
7	0	14.8 ±3.6	11.7 ±3.9	1.09 ±0.78	51.6 ±7.4	0.07 ±0.02	6.83 ±0.04	65.1 ±1.6	43.41 ±5.64	-	-	-
	300	14.7 ±5.9	10.9 ±4.7	1.45 ±0.40	47.6 ±11.7	0.06 ±0.01	6.80 ±0.06	68.4 ±3.5	33.58 ±0.18	-	-	-
	700	19.6 ±5.1	18.5 ±4.4	1.69 ±0.56	36.1 ± 11.2	0.07 ±0.02	6.73 ±0.10	64.4 ±2.3	33.72 ±5.34	-	-	-
14	0	24.0 ±6.3	24.3 ±8.5	3.36 ±0.69	32.1 ±13.4	0.08 ±0.03	6.74 ±0.06	63.5 ±2.2	47.25 ±9.95	-	-	-
	300	19.7 ±7.6	20.7 ±10.8	2.15 ±1.12	36.7 ±15.0	0.08 ±0.03	6.76 ±0.09	65.4 ±3.8	49.39 ±9.71	-	-	-
	700	21.7 ±7.3	20.3 ±7.8	3.17 ±1.08	30.9 ±12.6	0.07 ±0.02	6.69 ±0.11	66.9 ± 2.6	40.09 ±2.65	-	-	-
21	0	24.1 ± 7.3	24.8 ± 9.5	4.99 ± 2.17	28.2 ± 8.9	0.08 ±0.03	6.63 ±0.19	64.9 ± 2.5	45.83 ±11.87	78.10 ±37.34	2.21 ± 0.61	4.69 ±1.50
	300	24.2 ±7.7	23.3 ±9.7	7.16 ±4.96	25.2 ±8.6	0.09 ± 0.03	6.45 ±0.27	65.7 ±1.6	39.53 ±7.72	60.08 ±2.51	2.31 ± 0.46	4.58 ±1.13
	700	24.0 ±7.2	27.0 ±16.3	7.71 ±4.32	20.1 ±7.5	0.09 ± 0.02	6.43 ±0.16	67.6 ±2.2	39.78 ±4.50	64.44 ±13.22	2.22 ± 0.56	4.36 ±0.94

Means with no superscript letters between treatments in each storage time are not significantly different (p>0.05)

- No determination

Table 2 Effect of gamma radiation on physical quality of durians (4 lots) at various time of storage.

Storage time(Days)	Dose (Gray)	Weight loss (%)	Color b (yellowness) Chromameter	Paper color chart* Pulp color	Paper color chart* Rind color
1	0	3.8 ± 1.9	29.73 ± 3.11	162D	152B
	300	2.9 ± 1.7	29.76 ± 1.35	162D	152A
	700	2.8 ± 1.1	28.66 ± 1.43	162D	152A
7	0	17.8 ± 4.3	29.61 ± 2.98	162C	152B
	300	16.5 ± 3.6	30.58 ± 2.26	162D	152A
	700	17.2 ± 1.3	30.73 ± 1.86	162C	152B
14	0	33.7 ± 1.6 [b]	29.77 ± 1.32	162B	152B
	300	29.6 ± 2.0 [a]	30.66 ± 1.70	162A	152B
	700	33.3 ± 1.2 [b]	30.40 ± 1.58	162B	152B
21	0	41.6 ± 9.3	31.10 ± 1.40	162B	152B
	300	39.4 ± 11.9	29.76 ± 1.66	162B	152C
	700	41.6 ± 7.8	28.50 ± 3.60	162B	152B

Means with no superscript letters between treatments in each storage time are not significantly different (p>0.05)

* 152 = Yellow-Green and 162 = Grey–Orange , Color intensity A > B> C> D

วิจารณ์ผล

ในการทดลองนี้ได้มีการใช้สารเคลือบผิวทุเรียนก่อนฉายรังสี ซึ่งสารเคลือบผิวผลไม้มีผลต่อการชะลอการสุก และลดการสูญเสียน้ำหนักขณะเก็บรักษาได้ (จริงแท้ และคณะ,2531) จากการทดลองทุเรียนที่ฉายรังสีมีการสูญเสียน้ำหนักน้อยกว่า

ทุเรียนที่ไม่ฉายรังสี การสุกของผลทุเรียนระหว่างการเก็บรักษาไม่มีผลกระทบที่ไม่ดีจากการฉายรังสีทุกระดับ โดยทุเรียนที่ฉายรังสี 300 เกรย์ มีการสูญเสียน้ำหนักน้อยที่สุดเทียบกับทุเรียนทรีตเมนต์อื่นเมื่อมีอายุการเก็บตั้งแต่ 7 วันขึ้นไป สอดคล้องกับผลคะแนนการทดสอบคุณภาพภายนอกของผลทุเรียนทั้งผลที่อายุการเก็บ 7 และ 14 วัน ก็พบว่าทุเรียนที่ฉายรังสี 300 เกรย์มีลักษณะภายนอกที่ดีที่สุด และผู้ชิมก็ให้คะแนนคุณภาพของเนื้อทุเรียนมากกว่าทุเรียนทรีตเมนต์อื่น แม้ว่าทุเรียนทั้งหมดมีคุณภาพภายนอกและคุณภาพทางประสาทสัมผัสดีที่สุดเมื่อมีอายุการเก็บ 7 วัน แต่ก็สามารถเก็บไว้ได้นานถึง 14 วัน ถึงแม้ว่าลักษณะผลภายนอกมีการแตกบ้าง แต่ผู้ทดสอบโดยการชิมยังให้คะแนนอยู่ในระดับที่มีความชอบปานกลาง (คะแนนประมาณ 7) อย่างไรก็ตามการฉายรังสี 300 และ 700 เกรย์ทำให้สีของเปลือกทุเรียนมีสีน้ำตาลเข้มขึ้นเล็กน้อย ขณะที่เปลือกของทุเรียนไม่ฉายรังสียังคงมีสีเขียวมากกว่าทุเรียนที่ฉายรังสี ส่วนทุเรียนทั้งที่ฉายรังสีและไม่ฉายรังสีที่เก็บไว้นาน 21 วัน มีผลสุกมากเกินไป ผลแตกและมีเชื้อราขึ้นทั้งตามรอยแตกของเปลือกและเนื้อ ไส้ทุเรียนมีลักษณะเน่าเสีย และมีสีน้ำตาล จึงไม่สามารถนำมาทดสอบการชิมได้ ปัจจัยอื่นที่ควรคำนึงถึงและศึกษาต่อไปในการฉายรังสีทุเรียน ได้แก่ ความแก่อ่อนของผลทุเรียน ชนิดและความเข้มข้นของสารเคลือบผิวทุเรียน ภาชนะบรรจุ อุณหภูมิและความชื้นของสภาวะการเก็บทุเรียนหลังจากฉายรังสี

Table 3 Mean scores of sensory analysis of non-irradiated and irradiated durians at various time of storage.

Storage Time(Days)	Dose (Gray)	Sensory Quality				
		Overall Appearance	Color	Odor	Taste	Texture
1	0	7.7 ± 0.4	8.0 ±0.2	7.7 ±0.3	8.1 ±0.1	7.7 ±0.4
	300	7.2 ±0.6	7.7 ±0.5	7.4 ±0.8	7.5 ±0.6	7.4 ±0.8
	700	7.0 ±0.6	7.9 ±0.1	7.6 ±0.1	7.4 ±0.5	7.6 ±0.3
7	0	6.8 ±0.9	7.8 ±0.3	7.2 ±0.3	7.4 ±0.4	7.1 ±0.4
	300	7.5 ±0.4	7.9 ±0.2	7.6 ±0.1	7.8 ±0.4	7.6 ±0.1
	700	6.8 ±0.3	8.0 ±0.1	7.6 ±0.1	7.5 ±0.4	7.6 ±0.2
14	0	6.2 ±1.1	7.5 ±0.3	7.3 ±0.5	7.1 ±0.6	7.2 ±0.3
	300	7.0 ±0.6	7.7 ±0.4	7.4 ±0.4	7.4 ±0.6	7.1 ±0.4
	700	6.0 ±0.4	7.6 ±0.2	7.0 ±0.3	7.1 ±0.2	7.1 ±0.2

Means with no superscript letters between treatments in each storage time are not significantly different ($p>0.05$)

สรุปผล

การฉายรังสีปริมาณ 300 เกรย์ ไม่ทำให้คุณภาพของทุเรียนเปลี่ยนแปลงต่างไปจากทุเรียนไม่ฉายรังสี โดยใช้สารเคลือบผิวก่อนการฉายรังสี คุณภาพทุเรียนดีที่สุดเมื่อเก็บไว้นาน 7 วัน ที่อุณหภูมิ $15\pm2^{\circ}C$ แต่สามารถเก็บทุเรียนได้นานถึง 14 วัน แม้ว่าคุณภาพภายนอกด้อยลงแต่คุณภาพเนื้อทุเรียนยังอยู่ในระดับที่ยอมรับได้

เอกสารอ้างอิง

กระทรวงสาธารณสุข, 2529, ประกาศกระทรวงสาธารณสุข ฉบับที่ 103 (พ.ศ. 2529) เรื่อง กำหนดกรรมวิธีการผลิตอาหาร ซึ่งมีการใช้กรรมวิธีการฉายรังสี.

จริงแท้ ศิริพานิช, สิริพันธุ์ ศรียุกต์ และสมบูรณ์ ศิริอธิวัฒน์, 2531, ปัจจัยต่างๆที่มีผลต่อการแตกและสุกของผลทุเรียนรายงานผลงานวิจัยประจำปี 2531, สถาบันวิจัยและพัฒนาแห่งมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์.

บรรณ บูรณะชนบท, 2532, สวนทุเรียน, ศูนย์ผลิตตำราเพื่อการเกษตรชนบท.

ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์ และวชิรา พริ้งศุลกะ, 2539, การใช้วิธีการฉายรังสีแกมมาลดการสูญเสียของมะขามหวานระหว่างการเก็บรักษา, การประชุมวิชาการไม้ผลแห่งชาติ ครั้งที่ 2 จ.สงขลา, 43 หน้า.

ศรุต สุทธิอารมณ์, 2542, แมลงศัตรูทุเรียน, กองกีฏวิทยาและสัตววิทยา, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ, 17 หน้า.

IAEA, 1991, Regulations in the field of food irradiation, IAEA-TECHDOC-585, Joint FAO/IAEA Division of Nuclear Techniques in Food and Agriculture, IAEA, Austria, 153.

อิทธิพลของรังสีแกมม่าต่อปริมาณ carotenoids, vitamin C และ total phenol ในผลแก้วมังกร

Effect of Gamma Ray on Carotenoilds, Vitamin C and Total Phenol of Dragon Fruit

อรพิน เกิดชูชื่น[1] ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1] ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1]
วณิช ลิ่มโอภาสมณี[2] สุชาดา เสกสรรวิริยะ[2] ประพนธ์ ปราณโสภณ[2] และ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์[2]
Kerdchoechuen, O.[1], Photchanachai, S.[1], Laohakunjit, N.[1], Uthairatanakit, A.[1], Jitareerat, P.[1],
Limohpasmanee, W.[2], Segsarnviriya, S.[2], Pransopon, P.[2] and Kongratarpon, T.[2]

Abstract

The potential of the gamma irradiation was investigated for the quarantine treatment of the oriental fruit fly (Bactrocera dorsalis Hendel) infested on the dragon fruit (Cereus undatus (Haw.)). For this purpose, the effects of the radiation treatment on fruit quality; carotenoids (CAR), vitamin C (Vit C) and total phenol was studied. Gamma ray at 4 concentrations of 0, 300, 600 and 900 Gy was applied to dragon fruits at physiological maturity stage after harvesting. Results showed that the fruit treated with high concentration of gamma ray had high CAR content in both peel and flesh. CAR content, a greater amount in the peel than the flesh, was dramatically increased after irradiated for 15 days. However, CAR was opposite to the observation of Vit C. Although Vit C content, high in the flesh than the peel, found a decreasing after treated and kept for 15 days, irradiation could enhance Vit C content in the peel of fruits. It was also found that phenol contents in both flesh and peel increased when the fruit was treated with 900 Gy of gamma ray. In addition, total phenol was increased in peel than in flesh of dragon fruit after kept for 15 days.

Keywords : gamma irradiation, dragon fruit, carotenoids, vitamin C, total phenol

บทคัดย่อ

การฉายรังสีเป็นเทคนิคที่ยอมรับว่าปลอดภัยในการกำจัดแมลงวันผลไม้ (oriental fruit fly) การศึกษานี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของรังสีแกมมา 4 ระดับคือ 0, 300, 600, และ 900 Gy ต่อคุณภาพของผลแก้วมังกร ได้แก่ carotenoids (CAR), vitamin C (Vit C) และ total phenol โดยศึกษาในผลแก้วมังกรที่แก่ทางสรีระ(physiological maturity) ผลการศึกษาพบว่า เมื่อผลแก้วมังกรได้รับรังสีความเข้มข้นสูงขึ้น ปริมาณ CAR เพิ่มมากขึ้นทั้งในเปลือกและเนื้อผล ซึ่งพบปริมาณ CAR ในส่วนของเปลือกมากกว่าส่วนเนื้อ โดยปริมาณ CAR เพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เพิ่มขึ้นหลังจากผลแก้วมังกรได้รับรังสี สำหรับปริมาณ Vit C ในส่วนของเนื้อพบตรงกันข้ามกับ CAR โดยพบลดลงเมื่อใช้รังสีความเข้มข้นสูงขึ้น และเก็บเป็นเวลานานขึ้น ถึงแม้ว่าปริมาณ Vit C ในส่วนของเนื้อมากกว่าส่วนของเปลือก แต่การฉายรังสีทำให้ปริมาณ Vit C ในส่วนของเปลือกเพิ่มขึ้น และพบว่าเนื้อของผลแก้วมังกรในชุดควบคุม (0 Gy) มีปริมาณ Vit C สูงที่สุด และพบว่าการฉายรังสี 900 Gy ทำให้ปริมาณ total phenol สูงขึ้นทั้งส่วนของเนื้อและเปลือก โดยมีปริมาณสูงขึ้นในส่วนของเนื้อต่ำกว่าส่วนของเปลือก ตลอดการเก็บรักษานาน 15 วัน

คำสำคัญ : รังสีแกมมา แก้วมังกร แคโรทีนอยด์ วิตามินซี ฟีนอล

คำนำ

แก้วมังกร (Dragon fruit) เป็นไม้ผลในวงศ์กระบองเพชร (family Cactaceae) มีชื่อวิทยาศาสตร์ว่า *Hylocereus undatus* (Haw) Britt.&Rose ผลแก้วมังกรเป็นพวกเบอรี่ (berry) คือผลสดเนื้อนิ่มรับประทานได้ ซึ่งแก้วมังกรเป็นผลไม้ที่มีประโยชน์ต่อสุขภาพ มีแคลอรี่ต่ำ มีความหวานที่ไม่สูงมาก อีกทั้งมีวิตามินซีซึ่งช่วยในเรื่องของการต่อต้านอนุมูลอิสระในร่างกาย ที่เป็นสาเหตุของการเสื่อมสภาพของเซลล์และเส้นใย ช่วยในระบบขับถ่าย นอกจากนี้แก้วมังกรยังมีสารอาหารอื่นๆ ที่

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน ถนนเทียนทะเล กรุงเทพฯ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkuntein Campus, Bangkok 10150
[2]สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ถนนวิภาวดี เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[2]The Atom for Peace, Vipavadee Rd., Jatujak, Bangkok 10900

สำคัญซึ่งเป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (สุรพงษ์, 2544) ดังนั้นแก้วมังกรจึงได้รับความนิยมอย่างแพร่หลาย แต่มักพบปัญหาภายหลังการเก็บเกี่ยว คือ มีอายุในการวางจำหน่ายสั้น จึงส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต อีกทั้งพบว่ามีแมลงและโรคพืชปะปนมาด้วย ดังนั้นการฉายรังสีแกมมาจึงเป็นเทคโนโลยีที่น่าสนใจ เนื่องรังสีแกมมาเป็นคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า มีความยาวคลื่นสั้นและมีอำนาจทะลุทะลวงผ่านวัตถุได้สูง สามารถใช้กำจัดแมลงได้อย่างมีประสิทธิภาพ ไม่มีพิษตกค้าง ปลอดภัยและรักษาคุณภาพของผลผลิตไว้ได้ (ยุทธพงศ์, 2539, Dohino, 1996) ได้มีรายงานการฉายรังสีกับผลไม้หลายชนิด เช่น มะม่วง มะละกอ แงะ และลิ้นจี่ ซึ่งพบว่าการฉายรังสีไม่มีผลกระทบต่อการทดสอบทางประสาทสัมผัส และ Vit C (Moy และ Wong, 2002) ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาอิทธิพลของรังสีแกมมาที่มีต่อคุณภาพทางเคมี ได้แก่ CAR, Vit C และ total phenol ในผลแก้วมังกร เพื่อเป็นประโยชน์ต่อการยืดอายุการเก็บรักษาและเป็นแนวทางในการนำไปประยุกต์ต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เก็บเกี่ยวผลแก้วมังกรที่แก่ทางสรีระ (physiological maturity) จากสวนเกษตรกรในอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร คัดเลือกขนาดและสีของผลที่สม่ำเสมอกัน นำมาทำความสะอาดและฉายรังสีแกมมา 4 ระดับ คือ 0, 300, 600 และ 900 Gy ณ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน ณ ห้องปฏิบัติการคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนทียน) บันทึกผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพในวันที่ 1, 5, 10 และ 15 หลังการฉายรังสีแกมมา โดยวิเคราะห์ CAR (สาวิตรี, 2545, Arnon, 1969), Vit C (AOAC, 1991) และ total phenol โดยวิธี folin-ciocalteau phenol test วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance : ANOVA) และ Least Significant Difference (LSD) โดยใช้โปรแกรม SAS (1991)

ผลและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาอิทธิพลของรังสีแกมมา 4 ระดับ คือ 0, 300, 600 และ 900 Gy ที่มีผลต่อคุณภาพของแก้วมังกรในระหว่าง เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส พบว่าปริมาณ CAR ในเปลือกและเนื้อของแก้วมังกรมีปริมาณ CAR เพิ่มมากขึ้น เมื่อผลแก้วมังกรได้รับการฉายรังสีที่มีความเข้มสูงขึ้น (Figure1a และ b) ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลอง Burditt และคณะ (1981) ที่พบว่าผลของการฉายรังสีชนิด ionizing ทำให้มะม่วงที่ฉายรังสีมีปริมาณ CAR มากกว่าผลที่ไม่ฉายรังสี

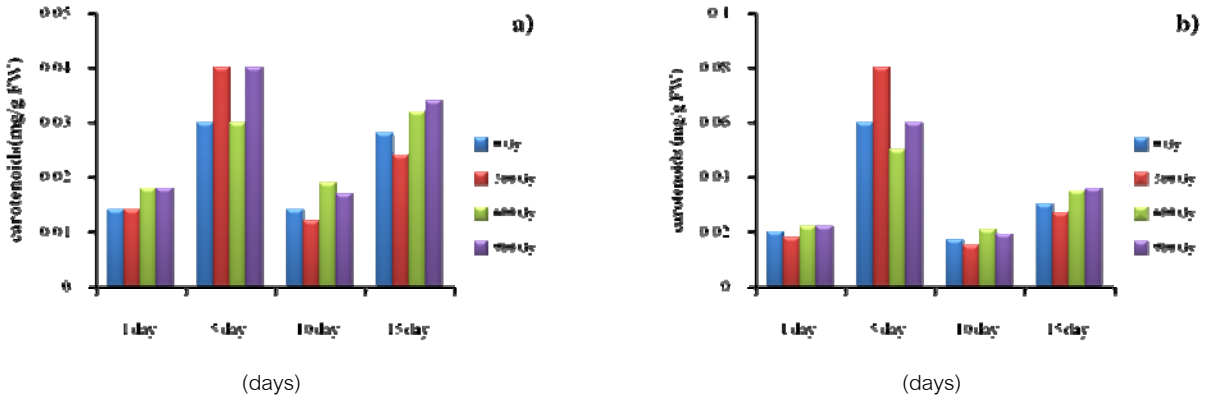


Figure 1 Effect of gamma irradiation on carotenoids of a) flesh and b) peel of dragon fruit.

พบว่าปริมาณ Vit C ในเนื้อมีปริมาณลดลง เมื่อระยะเวลาในการเก็บรักษาผลแก้วมังกรเพิ่มขึ้น แต่อย่างไรก็ตาม เมื่อเก็บรักษาเป็นระยะเวลาตั้งแต่ 5 วันขึ้นไป ส่วนเนื้อแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีมีปริมาณ Vit C ที่มากกว่าแก้วมังกรที่ไม่ผ่านการฉายรังสี (Figure 2a) ถึงแม้ว่าปริมาณ Vit C พบในส่วนของเนื้อมากกว่าส่วนของเปลือก แต่การฉายรังสีทำให้ปริมาณ Vit C ในส่วนของเปลือกเพิ่มขึ้นเช่นกัน (Figure 2b) ทั้งนี้เนื่องจากการฉายรังสีแกมมาทำให้มีปริมาณกรดสูงขึ้น (Lacroix และคณะ, 1992)

นอกจากนี้ยังพบว่าการฉายรังสีแกมมา 900 Gy ทำให้ปริมาณ total phenol ในส่วนเนื้อเพิ่มขึ้นตามระยะเวลาที่เก็บรักษา (Figure 3a) ในขณะเดียวกันแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 900 Gy มีปริมาณ total phenol ในส่วนเปลือก

มากกว่าผลแก้วมังกรที่ไม่ผ่านการฉายรังสี (Figure 3b) เนื่องจากการฉายรังสีที่มีความเข้มข้นสูงทำให้กิจกรรมของเอนไซม์ฟีนีลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส (PAL) เพิ่มขึ้นด้วย ส่งผลให้มีการสะสมของสารประกอบ phenol (ดนัย, 2549) แต่อย่างไรก็ตามพบ total phenol ในส่วนเปลือกมากกว่าส่วนเนื้อ

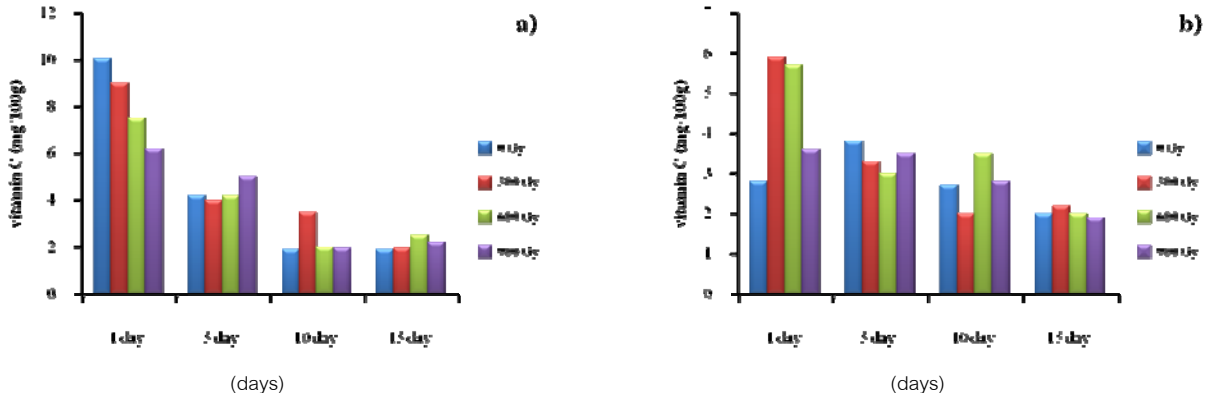


Figure 2 Effect of gamma irradiation on vitamin C of a) flesh and b) peel of dragon fruit.

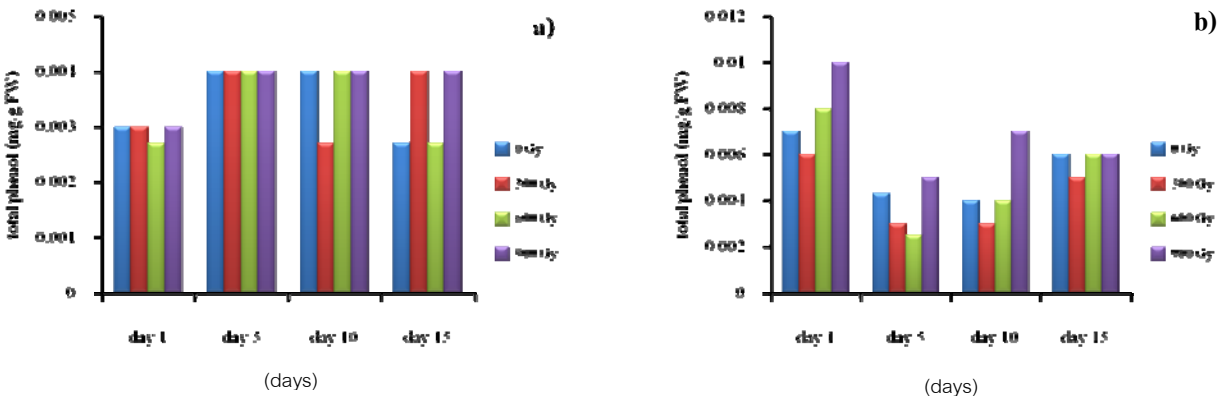


Figure 3 Effect of gamma irradiation on total phenol of a) flesh and b) peel of dragon fruit.

สรุปผล

แก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 3 ความเข้มข้น คือ 300, 600 และ 900 Gy และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 15 วัน สามารถยืดอายุการเก็บรักษาได้นานขึ้น อีกทั้งยังช่วยรักษาและพัฒนาคุณภาพของแก้วมังกร โดยมีปริมาณแคโรทีนอยด์ วิตามินซี และ total phenol เพิ่มขึ้นเมื่อเปรียบเทียบกับแก้วมังกรที่ไม่ได้ผ่านการฉายรังสีแกมมา ซึ่งความเข้มข้นที่มีประสิทธิภาพมากและเหมาะสมที่สุดคือ 900 Gy เนื่องจากมีปริมาณ total phenol สูงสุด

เอกสารอ้างอิง

ดนัย บุณยเกียรติ, 2549, โรคหลังเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพฯ.

ยุทธพงศ์ ประชาสิทธิศักดิ์, 2539, เทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวเพื่อลดการสูญเสียของมะขามหวานในระหว่างการเก็บรักษา, นิวเคลียร์ปริทัศน์, 1: 17-22.

สุรพงษ์ โกสิยะจินดา, 2544, พืชแก้วมังกรในเวียดนาม, วารสารเคหการเกษตร, 7: 86-92.

AOAC, 1990, Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Association Verginia, U.S.A.

Burditt, A. K., Jr. Moshonas, M. G., Hatton, T. T., Spalding, D. H. and Windeguth, D. L., 1981, Low-dose irradiation as treatment for grapefruit and mangoes infested with Caribbean fruit fly larvae, Agricultural Research Service, United States Department of Agriculture, 9p.

Dohino, T., Tamabe, K., Masaki, S. and Hayashi, T., 1996, Effect of eletron beam irradiation on Thrips palmi Karny and Thrips tabaci Lindeman, Research Bulletin Plant Protection Japan, 32: 23-29.

Lacroix, M. Jobin, M. and Ganon, M., 1992, Irradiation and storage effects on sensorial and physical characteristics of Keitt mangoes (*Mangifera indica* L.) quality of irradiated mangoes, Science Aliments, 12(1): 63-81.

Moy, J. H. and Wong, L., 2002, The efficacy and progress in using radiation as a quarantine treatment of tropical fruit – a case study in Hawaii, Radiation Physic and Chemistry, 63: 665-675.

SAS, 1991, SAS user's guide: Statistics, SAS Institute, Inc., Cary N.Y.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 251-254 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 251-254 (2550)

อิทธิพลของ combined treatment ต่อปริมาณ carotenoids, vitamin C และ phenols ในผลแก้วมังกรฉายรังสีในระหว่างการเก็บรักษา

Effect of Combined Treatment on Carotenoilds, Vitamin C and Phenols of Irradiated Dragon Fruit During Storage

ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1] อรพิน เกิดชูชื่น ผ่องเพ็ญ[1] จิตอารีย์รัตน์[1]
วณิช ลิ่มโอภาสมณี[2] สุชาดา เสกสรรวิริยะ[2] ประพนธ์ ปราณโสภณ[2] และ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์[2]
Photchanachai, S.[1], Laohakunjit, N.[1], Uthairatanakit, A.[1], Kerdchoechuen, O.[1], Jitareerat, P.[1],
Limohpasmanee, W.[2], Segsarnviriya, S.[2], Pransopon, P.[2] and Kongratarpon, T.[2]

Abstract

The effect of using 3 types of combined treatments; forced air (FA) and two coating materials (GLK and GUS) on carotenoids, vitamin C and total phenol on dragon fruits before irradiation at 300 Gy. Although there was not different in carotenoids contents in flesh after applying all combined treatment, treated fruits with FA resulted in a decreasing of carotenoids in peel. In this study, carotenoids content in peel and fresh edible portion was increasing when the treated fruits were kept for 1-15 days. Using FA could enhance vitamin C contents in both peel and fresh of fruits but vitamin C content of flesh portion of treated fruits kept for 15 days was lower as found in the peel. It was also found that phenols of peel portion of irradiated fruits were lower when fruits were treated with combined treatment of FA. This study indicated that combined treatment with two coating materials; GLK and GUS, could not prolong shelf life and maintain quality of irradiated dragon fruits.

Keywords : dragon fruit, gamma radiation, carotenoids, phenols, vitamin C

บทคัดย่อ

การศึกษาอิทธิพลของ combined treatment 3 ชนิด คือ forced air (FA) และสารเคลือบ 2 ชนิด ได้แก่ GLK และ GUS ต่อปริมาณ carotenoids, vitamin C และ phenols ในผลแก้วมังกรก่อนการฉายรังสี 300 Gy ผลการศึกษาไม่พบว่า combined treatment ทั้ง 3 ชนิดมีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ carotenoids ในส่วนของเนื้อผลที่รับประทานได้ แต่การใช้ FA ทำให้ปริมาณ carotenoids ในส่วนเปลือกลดลง การศึกษานี้พบว่าปริมาณ carotenoids ในส่วนของเปลือกและเนื้อผลเพิ่มขึ้นหลังการเก็บรักษานาน 1-15 วัน สำหรับ vitamin C พบว่า combined treatment โดยเฉพาะ FA มีผลทำให้ vitamin C เพิ่มขึ้น แต่เมื่อเก็บรักษาผลแก้วมังกรที่ผ่านการใช้ combined treatment ร่วมกับฉายรังสี เป็นเวลา 15 วัน ปริมาณ vitamin C ในส่วนของเนื้อผลลดลงจนเหลือเท่ากับปริมาณที่พบในส่วนของเปลือก นอกจากนี้ยังพบว่าการใช้ FA ทำให้ปริมาณของ phenols ในส่วนของเนื้อแก้วมังกรฉายรังสีลดลง การทดลองครั้งนี้แสดงให้เห็นว่า combined treatment ชนิดสารเคลือบ 2 ชนิด ไม่มีผลต่อในการยืดอายุการเก็บรักษา รวมทั้งรักษาคุณภาพของแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสี

คำสำคัญ : แก้วมังกร รังสีแกมม่า carotenoids phenols vitamin C

คำนำ

แก้วมังกร (dragon fruit) เป็นไม้ผลเศรษฐกิจที่เข้ามาเปิดตลาดเอเชียในสหัสวรรษนี้ และเป็นผลไม้ที่มีกากใยสูง แคลอรี่ต่ำ อุดมไปด้วยวิตามินซี คลอโรฟิลล์ เมล็ดของแก้วมังกรมีไขมันไม่อิ่มตัวที่มีฤทธิ์ antioxidation นอกจากนี้ยังใช้เป็นผลไม้เสริมสุขภาพ และความงามได้ ถึงแม้จะมีการจัดการผลิตโดยใช้หลักการผลิตทางการเกษตรที่ดีและเหมาะสม (good agricultural practice: GAP) แล้วก็ตาม แต่ยังมีปัญหาของศัตรูพืช เช่น แมลง และโรคพืชที่ติดมากับผลผลิต ดังนั้นเพื่อให้

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน ถนนเทียนทะเล กรุงเทพ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkuntein Campus, Bangkok 10150
[2]สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ถนนวิภาวดี เขตจตุจักร กรุงเทพ 10900
[2]The Atom for Peace, Vipavadee Rd., Jatujak, Bamgkok 10900

สนองตอบต่อนโยบายครัวไทยสู่ครัวโลก และนโยบาย food safety จึงจำเป็นต้องลดการใช้สารเคมีกำจัดศัตรูพืช และใช้เทคโนโลยีที่ปลอดภัยในการควบคุมศัตรูพืช

การฉายรังสีเป็นเทคโนโลยีที่ได้รับการยอมรับว่าปลอดภัย สามารถนำมาประยุกต์ใช้ในพืชผลเกษตรได้ แต่พืชผลสดหลังการฉายรังสีคุณภาพของผลผลิตเปลี่ยน อายุการเก็บรักษาสั้น จึงมีการนำ combined technique ได้แก่ sucrose fatty acid ester 2 ชนิด คือ GLK และ GUS เคลือบก่อนการฉายรังสี และใช้ forced air (FA) หลังการฉายรังสีแกมม่า 300 Gy เพื่อลดอุณหภูมิสะสมในผล เพื่อยืดอายุการเก็บรักษาผลแก้วมังกรฉายรังสีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลแก้วมังกรจากสวนเกษตรกรอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร นำมาทำความสะอาด ณ ห้องปฏิบัติการคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี บางขุนเทียน มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (มจธ.) หลังจากผึ่งให้แห้งแล้วนำมาเคลือบ สารเคลือบ 2 ชนิด คือ GUK และ GLK และนำไปฉายรังสีแกมม่า 300 Gy ณ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ หลังจากฉายรังสีนำผลแก้วมังกรกลับมาที่ มจธ. และนำแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีมาผ่าน FA ก่อนนำไปเก็บในที่อุณหภูมิ 10 เซลเซียส นาน 15 วัน วิเคราะห์ติดตามผลการเปลี่ยนในวันที่ 1, 5, 10 และ 15 หลังการฉายรังสี พารามิเตอร์ที่ติดตาม ได้แก่ total phenols โดยเทคนิค folin-ciocalteu phenol reagent ด้วยเครื่อง spectrophotometer เทียบกับ blank โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 760 นาโนเมตร vitamin C ตามวิธีการของ AOAC, 1990 และ carotenoids ด้วยเครื่อง spectrophotometer โดยวัดค่าการดูดกลืนแสงที่ความยาวคลื่น 470, 645 และ 663 นาโนเมตร วางแผนการทดลองแบบ Randomized Complete Block Design (RCBD)

ผลและวิจารณ์ผล

หลังการฉายรังสีวันที่ 1 พบว่า การใช้ combined treatment ทำให้ปริมาณ carotenoids ในส่วนของเนื้อผลแก้วมังกรลดลง แต่ปริมาณ carotenoids ในส่วนของเปลือกไม่เปลี่ยนแปลง อย่างไรก็ตามในวันที่ 5 หลังการฉายรังสีร่วมกับการใช้ combined treatment ทำให้ปริมาณ carotenoids ของแก้วมังกรที่ใช้ GUS ในส่วนของเนื้อสูงที่สุด ส่วนปริมาณที่พบสูงที่สุดในเปลือกคือแก้วมังกรที่ผ่านการเคลือบด้วย GLK สำหรับปริมาณ carotenoids ในวันที่ 10 และ 15 ไม่พบว่าการฉายรังสีร่วมกับ combined treatment มีผลต่อปริมาณ carotenoids ทั้งในส่วนของเนื้อและเปลือกแก้วมังกร สอดคล้องกับงานทดลองของ Jo และคณะ (2003c) และ Lee และคณะ (2005) แต่มีแนวโน้มทำให้ปริมาณ carotenoids ลดลง โดยเฉพาะการใช้ combined treatment สารเคลือบ GUS ก่อนการฉายรังสี และการใช้ FA เป็น combined treatment (Figure 1)

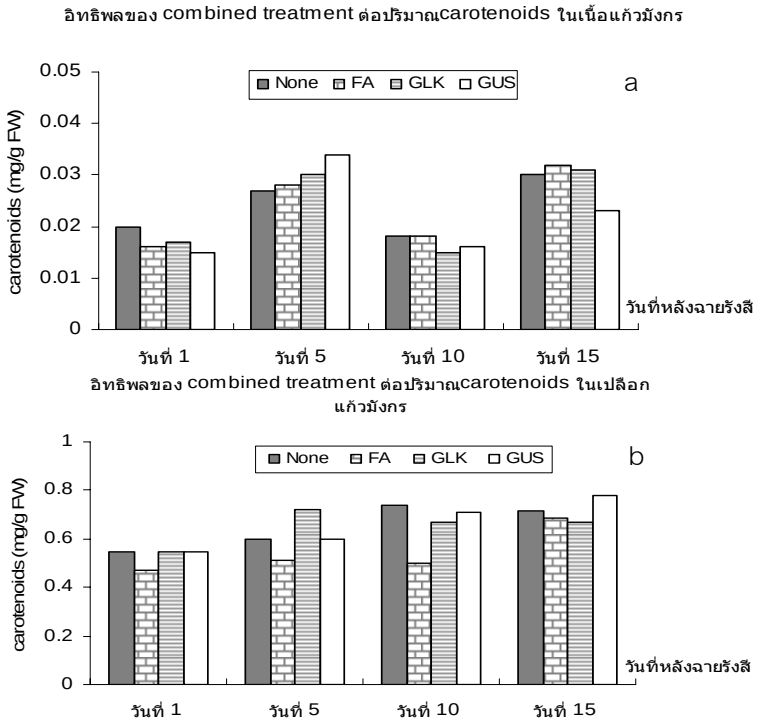


Figure 1 Effect of combined treatments on carotenoids content a) in fresh and b) peel of irradiated dragon fruits.

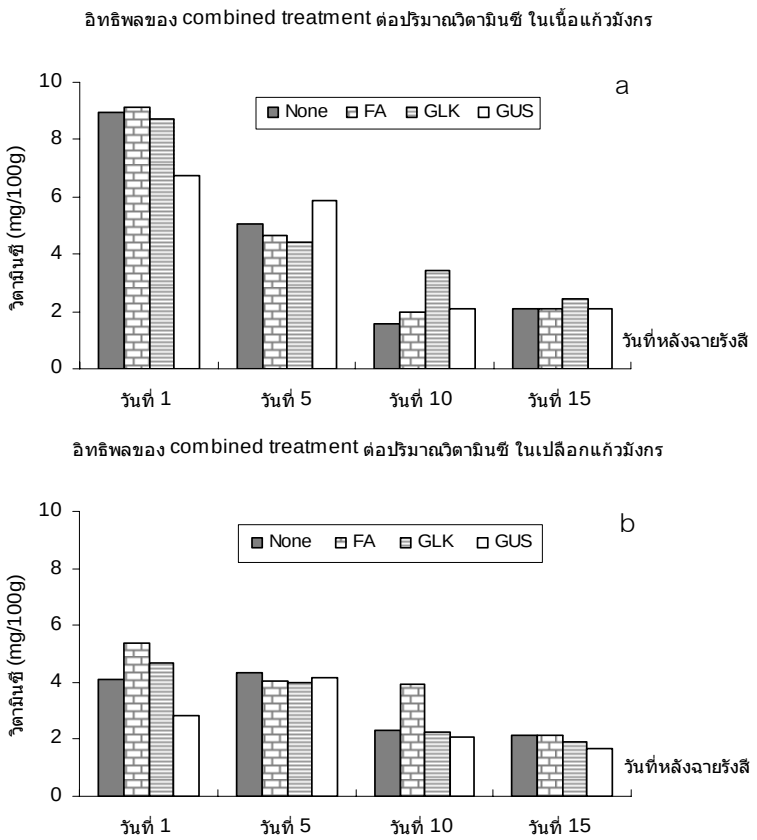


Figure 2 Effect of combined treatments on vitamin C content a) in fresh and b) peel of irradiated dragon fruits.

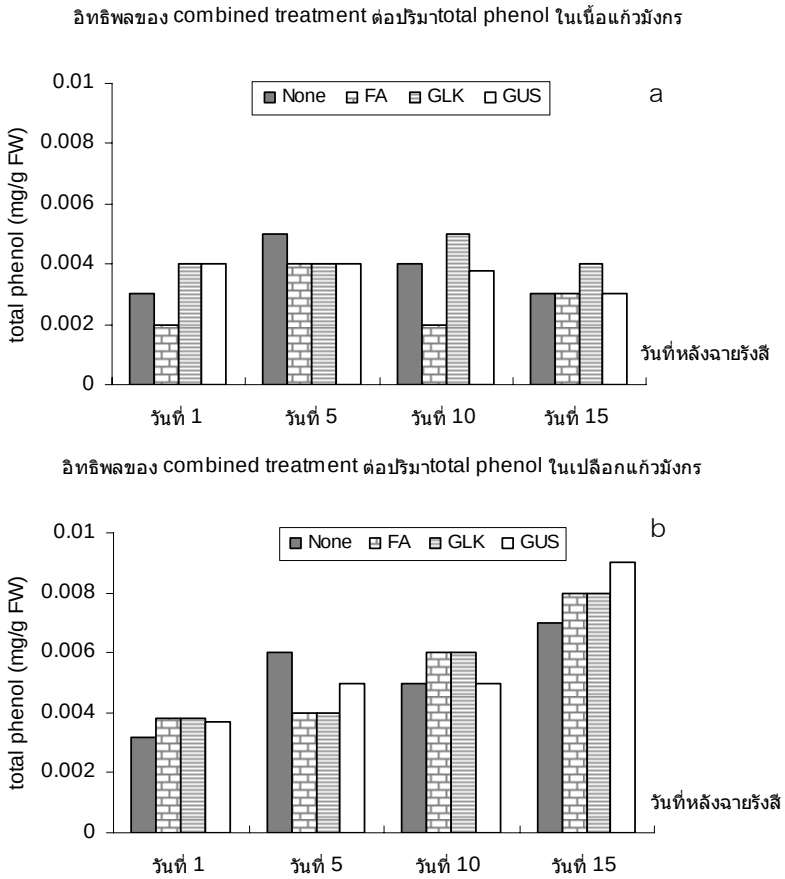


Figure 3 Effect of combined treatments on total phenol content a) in fresh and b) peel of irradiated dragon fruits.

การใช้ combined treatment ร่วมกับการฉายรังสี ทำให้ปริมาณ vitamin C ทั้งในส่วนของเนื้อและเปลือกลดลงในวันที่ 1 หลังการฉายรังสี แต่หลังจากนั้นปริมาณ vitamin C ลดลงทั้งในแก้วมงกรฉายรังสีและไม่ได้ฉายรังสี แต่ปริมาณ vitamin C ในแก้วมังกรฉายรังสีร่วมกับ combined treatment ที่ใช้สารเคลือบ GUS และ GLK ทำให้ปริมาณ vitamin C ในส่วนของเนื้อเพิ่มขึ้น ในวันที่ 5 และ 10 หลังการฉายรังสี ตามลำดับ สำหรับส่วนเปลือก การใช้ FA มีแนวโน้มทำให้ vitamin C เพิ่มขึ้น (Figure 2)

การฉายรังสีร่วมกับ combined treatment ที่ใช้สารเคลือบ GLK และ GUS มีผลให้ total phenolics ในส่วนของเนื้อและเปลือกของแก้วมังกรเพิ่มขึ้นในวันที่ 15 ของการฉายรังสี แต่ไม่มีผลต่อ total phenols ในวันที่ 1, 5 และ10 หลังการฉายรังสี (Figure 3) ซึ่งมีรายงานโดย Fan และคณะ (2003) ว่าการใช้ combined treatment เช่น น้ำร้อน ส่งผลต่อปริมาณ total phenols ของผักกาดหอมฉายรังสีมากกว่าการใช้ combined treatment ชนิดอื่น

สรุปผล

การฉายรังสี 300 Gy ร่วมกับ combined treatment โดยใช้สารเคลือบ sucrose fatty acid 2 ชนิด คือ GLK และ GUS และการใช้ FA มีผลต่อการเปลี่ยนแปลงปริมาณ carotenoids, vitamin C และ total phenols น้อยมาก และมีผลระยะเวลาสั้น เพียง 5 วันหลังการฉายรังสีเท่านั้น โดยเฉพาะการใช้ GUS อย่างไรก็ตามการใช้ GUS มีผลต่อการเปลี่ยนแปลง total phenols ในส่วนของเปลือกมากที่สุด อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าการฉายรังสีมีผลต่อความสามารถในการปลดปล่อยอิเลคตรอน (electron donating ability) และยับยั้งเอนไซม์ tyrosinase (Jo และคณะ, 2003a, Jo และคณะ, 2003b) ดังนั้นจึงควรมีการศึกษา combined treatment ชนิดอื่น เช่น การใช้น้ำอุ่น และการใช้กรดอินทรีย์ชนิดต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

AOAC, 1990, Official Method of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists, 15th ed., Association Verginia, U.S.A.

Lee, N.Y., Jo C., Sohn S.H., Kim H.J. and Byun M.W., 2005, Effects of a gamma irradiation on the biological activity of green tea by-product extracts, Proceeding of the First International Symposium on Irradiated Food and Non Food Products, Miracle Hotel Bangkok.

Fan, X., Toivonen, P. M. A., Rajkowsdi, K. T. and Sodorai, K. J. B., 2003, Warm water treatment in combination with modified atmosphere packaging reduces undesirable effects of irradiation on the quality of fresh-cut iceberg lettuce, Journal Agricultural Food Chemistry, 51: 1231-1236.

Jo, C., Son, J. H., Lee, H. J. and Byun, M. W., 2003a, Irradiation effect on color and functional properties of persimmon (*Diospyros kaki* L. folium) leaf extract and licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) root extract during storage, Radiation Physics and Chemistry, 67: 143-148.

Jo, C., Son, J. H., Shin, M. G. and Byun, M. W., 2003b, Irradiation effect on color and functional properties of persimmon (*Diospyros kaki* L. folium) leaf extract and licorice (*Glycyrrhiza uralensis* Fischer) root extract during storage, Radiation Physics and Chemistry, 67: 143-148.

Jo, C., Son, J. H., Lee, H. J. and Byun, M. W., 2003c, Irradiation application for color removal and purification of green tea leaves extract, Radiation Physics and Chemistry, 66: 179-184.

ผลของระยะเวลาในการรม 1-MCP ต่ออายุการปักแจกันของกล้วยไม้ลูกผสมพันธุ์ *Mokara* Jairak Gold

Effect of 1-MCP Fumigation Periods on Display Llife of Orchid Hybrid "*Mokara* Jairak Gold"

ศิริพิมล หงษ์เหม[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[2] และ กุลนาถ อบสุวรรณ[1]

Honghem, S.[1], Uthairatanakij, A.[2] and Obsuwan, K.[1]

Abstract

1-methylcyclopropene (1-MCP), an inhibitor of ethylene action, is able to prolong the display life of several horticultural commodities. The objective of this study was to investigate effect of exposure duration of 1-MCP on the postharvest quality and display life of *Mokara* Jairak Gold. Sprays of *Mokara* Jairak Gold with 2-5 flower buds were harvested. They were placed in sealed plastic containers and fumigated with 1-MCP at 250 $nL.L^{-1}$ for 0 (control), 3, 6 and 12 h at 25 °C, and then held in distilled water. Sprays treated with 1-MCP at all treatments maintained the quality and had significantly longer display life than the control. Sprays treated with 1-MCP for 12 h had the longest display life for 34.2 days, while display life of spray treated with 1-MCP for 3 and 6 h were 30.2 and 30.6 days, respectively, compared to 24.4 days of the control.

Keywords : display life, bud wilting, ethylene, cut-orchid

บทคัดย่อ

สาร 1-methycyclopropene (1–MCP) มีคุณสมบัติยับยั้งการทำงานของเอทธิลีน และสามารถยืดอายุการใช้งานในพืชหลายชนิด การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของสาร 1–MCP ต่อคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวและอายุการใช้งานของดอกกล้วยไม้มอคคาร่าใจรักโกลด์ (*Mokara* Jairak Gold) โดยทำการเก็บเกี่ยวช่อดอกในระยะที่มีดอกตูมประมาณ 2–5 ดอก หลังจากนั้นทำการบรรจุช่อดอกลงในถังพลาสติกที่ปิดสนิทและรมช่อดอกด้วยสาร 1–MCP ที่ระดับความเข้มข้น 250 นาโนลิตรต่อลิตร เป็นเวลา 0 (ชุดควบคุม), 3, 6 และ 12 ชั่วโมงที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส หลังจากนั้นย้ายช่อดอกออกมาปักในน้ำกลั่นและวางไว้ที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส พบว่า ช่อดอกกล้วยไม้ที่รมสาร 1–MCP ทุกทรีตเมนต์สามารถชะลอการเกิดสีน้ำตาลของดอกตูม และการหลุดร่วงของดอกบาน รักษาคุณภาพของช่อดอกและมีอายุการใช้งานนานกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยช่อดอกที่รม 1-MCP เป็นเวลา 3, 6 และ 12 ชั่วโมง มีอายุการใช้งานนานที่สุดคือ 30.2, 30.6 และ 34 วัน ส่วนชุดควบคุมมีอายุการใช้งานเพียง 24.4 วัน

คำสำคัญ : อายุการใช้งาน การเหี่ยวของดอกตูม เอทธิลีน กล้วยไม้ตัดดอก

บทนำ

กล้วยไม้สกุลมอคคาร่า (*Mokara* sp.) เป็นกล้วยไม้ลูกผสมระหว่างกล้วยไม้สกุล *Arachnis* sp., *Ascocentrum* sp. และ *Vanda* sp. ที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจในการปลูกเป็นไม้ตัดดอกขายทั้งในตลาดในประเทศและต่างประเทศ ดังนั้นการรักษาคุณภาพของช่อดอกหลังการเก็บเกี่ยวจึงเป็นสิ่งสำคัญโดยเฉพาะในระหว่างการขนส่ง ซึ่งอาจใช้ระยะเวลานาน และช่อดอกอยู่ในสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสม โดยในกล้วยไม้สกุลมอคคาร่ามักพบปัญหาฝาปิดอับละอองเรณูของช่อดอกเปลี่ยนเป็นสีดำและมีการเกิดสีน้ำตาลของดอกตูมในช่อดอก จากการศึกษาในกล้วยไม้สกุลฟาแลนนอปซิส (*Phalaenopsis* sp.) เอทธิลีนเป็นตัวชักนำการเหี่ยวของช่อดอกในระหว่างการขนส่ง (Porat และคณะ, 1994) นอกจากนี้เอทธิลีนยังเป็นตัวชักนำการเสื่อมคุณภาพของไม้ตัดดอกหลายชนิด (Serek และคณะ, 1994, Wang และ Wang, 2000) จึงได้มีการศึกษาสารยับยั้งการทำงานของเอทธิลีนชนิดหนึ่ง คือ 1–methycyclopropene (1–MCP) โดยพบว่าการใช้สาร 1-MCP ที่ความเข้มข้นต่ำๆ รมช่อดอกสามารถยับยั้งการทำงานของเอทธิลีนได้ (Serek และคณะ, 1994) จากการศึกษาเบื้องต้นของศิริพิมล และคณะ (2550) โดยใช้ 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0, 250, 500 และ 1,000 $nL.L^{-1}$ พบว่า 1-MCP ทุกความเข้มข้นมีแนวโน้มสามารถยืดอายุการใช้งานของ

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ อ.เมือง จ.นครปฐม 73000

[1]Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Sanam Chandra Palace Campus, Muang, Nakorn Pathom 73000.

[2]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตบางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[2]Division of Postharvest Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntien, Bangkok, 10150

ช่อดอกกล้วยไม้ลูกผสมพันธุ์มอคคาร่าใจรักโกลด์ได้นานกว่าชุดควบคุมที่ไม่ได้รมด้วย 1-MCP แต่ไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ดังนั้นในการศึกษาครั้งนี้จึงได้ศึกษาผลของระยะเวลาในการรมสาร 1-MCP ในการรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของช่อดอกกล้วยไม้ลูกผสมพันธุ์มอคคาร่าใจรักโกลด์ (*Mokara* Jairak Gold)

อุปกรณ์และวิธีการ

ช่อดอกกล้วยไม้ลูกผสมพันธุ์มอคคาร่าใจรักโกลด์ ถูกเก็บเกี่ยวจากสวนกล้วยไม้ใจรัก จ. สุพรรณบุรี ในระยะที่มีดอกตูม 3-5 ดอก ช่อดอกถูกนำมาตัดปลายก้านและแช่ในน้ำกลั่น จากนั้นนำไปรม 1-MCP ในถังพลาสติกปิดสนิทที่ความเข้มข้นต่างๆ ดังนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ช่อดอกกล้วยไม้ ไม่ผ่านการรม 1-MCP (ชุดควบคุม)

ทรีตเมนต์ที่ 2 ช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 นาโนลิตรต่อลิตร เป็นเวลา 3 ชั่วโมง

ทรีตเมนต์ที่ 3 ช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 นาโนลิตรต่อลิตร เป็นเวลา 6 ชั่วโมง

ทรีตเมนต์ที่ 4 ช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 นาโนลิตรต่อลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมง

จากนั้นนำช่อดอกกล้วยไม้ออกมาปักในหลอดพลาสติกบรรจุน้ำกลั่น วางไว้ที่อุณหภูมิ 25 °C ทำการเก็บผลการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสด (%) การดูดน้ำ (%) ความโค้งงอของก้านดอกย่อย (%) การเหี่ยว/การดำของดอก (%) การบานของดอกตูม (%) และอายุการใช้งาน วางแผนการทดลองแบบ Completely randomized design และวิเคราะห์ความแตกต่างของค่าเฉลี่ยโดย LSD

ผล

ช่อดอกกล้วยไม้ทุกทรีตเมนต์ที่รม 1-MCP มีอายุการปักแจกันมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ โดยที่รม 1-MCP เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีอายุการปักแจกันนานที่สุดคือ 34.2 วัน และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับช่อดอกที่รมสาร 1-MCP นาน 3 และ 6 ชั่วโมง ซึ่งมีอายุการปักแจกันเท่ากับ 30.2 และ 30.6 วันตามลำดับ ส่วนชุดควบคุมมีอายุการใช้งานสั้นที่สุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติเท่ากับ 24.4 วัน(Table1) ช่อดอกกล้วยไม้ทุกทรีตเมนต์มีค่าการเปลี่ยนแปลงน้ำหนักสดลดลงอย่างต่อเนื่อง พบความแตกต่างอย่างมีนัย สำคัญทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ที่รม และไม่ได้รม 1-MCP โดยในวันที่ 3, 13, 15 และ 17 ทรีตเมนต์ที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 250 นาโนลิตรต่อลิตร เป็นเวลา 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดสูงสุด แต่ในวันที่ 19, 21, 23 และ 25 ทรีตเมนต์ที่รม 1-MCP เป็นเวลา 12 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยน้ำหนักสดสูงสุด (Figure 1)

ช่อดอกกล้วยไม้ทุกทรีตเมนต์มีแนวโน้มค่าการดูดน้ำลดลง พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ที่รม และไม่ได้รม 1-MCP โดยในวันที่ 3 ถึง 29 ทรีตเมนต์ที่รม 1-MCP เป็นเวลา 12 ชั่วโมงมีค่าเฉลี่ยการดูดน้ำสูงสุด (Figure 2) ช่อดอกกล้วยไม้ทุกทรีตเมนต์มีระยะห่างระหว่างปากดอกย่อยกับก้านช่อดอกมีแนวโน้มลดลง ในทรีตเมนต์ที่รม 1-MCP มีระยะระหว่างปากกับก้านช่อดอกลดลงน้อยกว่าในชุดควบคุม พบความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติระหว่างทรีตเมนต์ โดยในวันที่ 15, 17, 21 และ 23 ทรีตเมนต์ที่รม 1-MCP เป็นเวลา 3 และ 6 ชั่วโมง มีค่าเฉลี่ยสูงสุด (Figure 3) ช่อดอกกล้วยไม้ทุกทรีตเมนต์ที่ผ่านการรม1-MCP มีการบานเพิ่มของดอกตูมอย่างต่อเนื่องจนกระทั่งวันที่ 13 ในขณะที่ชุดควบคุมมีการบานเพิ่มของดอกตูมเพียงวันที่ 9 และพบว่าช่อดอกกล้วยไม้ทุก ทรีตเมนต์ที่ผ่านการรม 1-MCP มีการบานเพิ่มของดอกตูมมากกว่าชุดควบคุมอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ (Figure 4)

Table 1 Display life of *Mokara* Jairak Gold fumigated with 1-MCP at 500 nL/L for 0, 3, 6 and 12 hours.

Treatment	Display life (day)
Control (0 h.)	24.4[a]
1-MCP 3 h.	30.2[b]
1-MCP 6 h.	30.6[b]
1-MCP 12 h.	34.2[c]

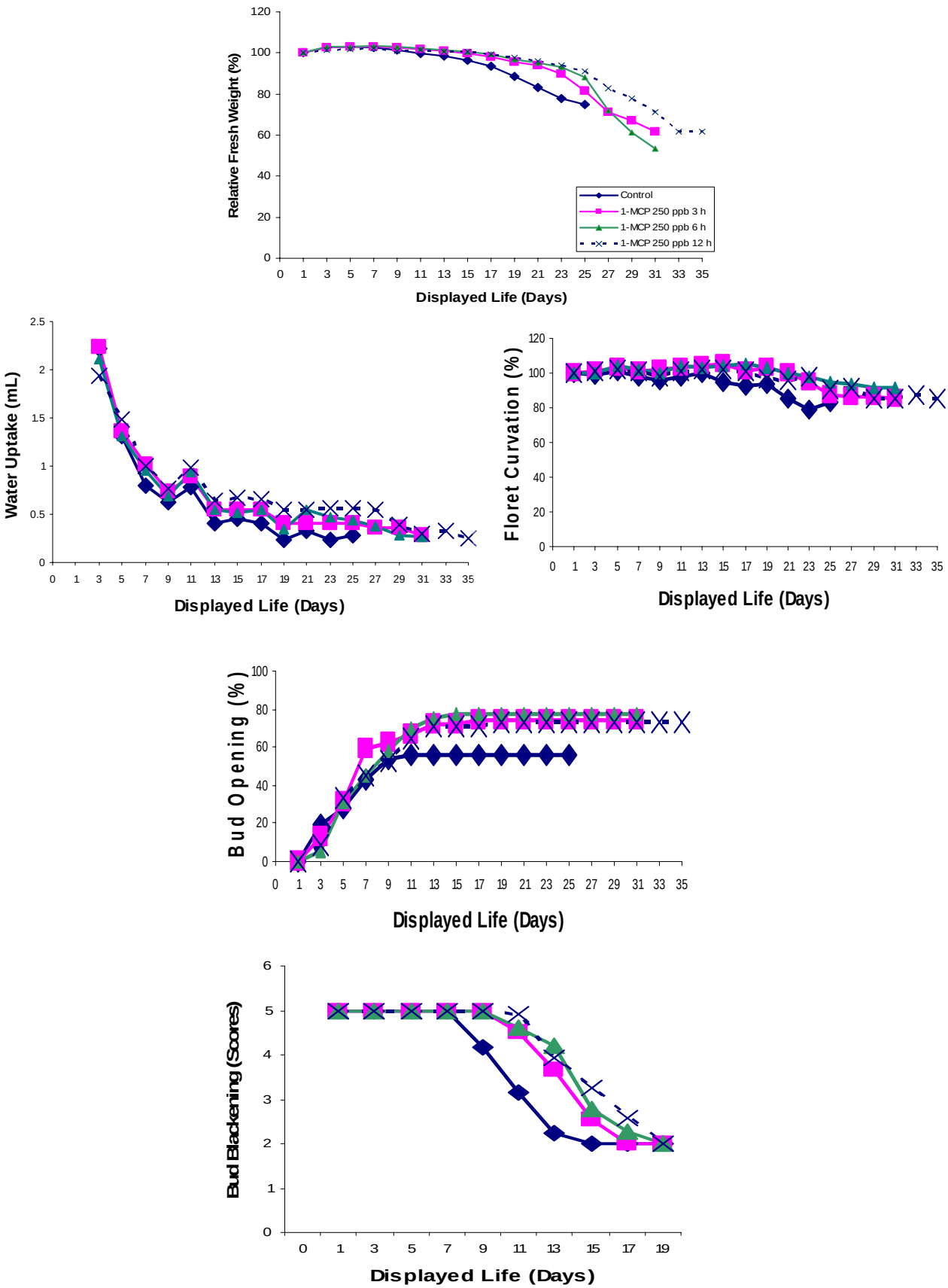


Figure 1 Change of *Mokara* Jairak Gold inflorescences fumigated with 1-MCP 250 nL.L^{-1} for 0, 3, 6 and 12 h. After that the inflorescences were held in distilled water at 25^{0}C a) fresh weight, b) water uptake, c) floret curvation, d) bud opening and e) bud blackening.

จากการทดลองพบว่ามีการดำของดอกตูมของช่อดอกกล้วยไม้ในชุดควบคุมมากกว่า ช่อดอกกล้วยไม้ทุกทรีตเมนต์ที่ผ่านการรม 1–MCP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ นอกจากนี้ผลการทดลองชี้ให้เห็นว่า ช่อดอกกล้วยไม้ทุกทรีตเมนต์ที่ผ่านการรม 1–MCP สามารถชะลอการดำของดอกตูมจาก 7 วันในชุดควบคุม เป็น 9 วันในชุดที่ผ่านการรม 1–MCP (Figure 5)

วิจารณ์ผล

จากผลการศึกษาพบว่าช่อดอกกล้วยไม้ที่รม 1-MCP ความเข้มข้น 250 นาโนลิตรต่อลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมง สามารถรักษาคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้มอคคาร่าได้ระหว่างการปักแจกันที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียสได้ เนื่องจากการรมสาร 1-MCP มีผลทำให้น้ำหนักสด และการดูดน้ำของช่อดอกเพิ่มมากกว่าทรีตเมนต์อื่น ๆ (Figure 1 และ 2) และช่วยลดการโค้งงอของก้านดอกย่อย (Figure 3) นอกจากนี้ 1-MCP ยังช่วยลดการเสื่อมคุณภาพของช่อดอกอีกด้วย (Figure 4) ส่งผลให้ช่อดอกกล้วยไม้มอคคาร่ามีอายุการปักแจกันนานกว่าชุดควบคุม การศึกษานี้ให้ผลสอดคล้องกับการศึกษาของ Suntipabvivattana และคณะ (2002) พบว่าการรมช่อดอกกล้วยไม้ *Dendrobium* Water Oumae (4N) ด้วย 1 -MCPที่ความเข้มข้น 500 นาโนลิตรต่อลิตรเป็นเวลา 12 ชั่วโมง ช่วยเพิ่มอายุการใช้งานและรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของช่อดอกได้ดีกว่าที่ความเข้มข้น 500 นาโนลิตรต่อลิตรเป็นเวลา 6 ชั่วโมง และชุดควบคุมที่ไม่ได้รมสาร 1-MCP อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ เช่นเดียวกับ Sangngam (2007) พบว่าการรม 1-MCP ในช่อดอกกล้วยไม้ *Dendrobium* Aroon White ที่ความเข้มข้น 250 นาโนลิตรต่อลิตร เป็นเวลา 12 ชั่วโมง ช่วยเพิ่มอายุการใช้งานและรักษาคุณภาพหลังการเก็บเกี่ยวของช่อดอกได้ดีที่สุด โดยแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติกับชุดควบคุม อย่างไรก็ตามการตอบสนองต่อ 1-MCP ของกล้วยไม้แต่ละชนิดมีความแตกต่างกัน ขึ้นอยู่กับ สายพันธุ์ ความเข้มข้นของ 1-MCP ที่ใช้รมและระยะเวลาในการรมด้วย

สรุปผล

การศึกษาหาระยะเวลาที่เหมาะสมในการรม 1-MCP กับช่อดอกกล้วยไม้ลูกผสมพันธุ์ *Mokara* Jairak Gold สรุปได้ว่า การรม 1-MCP เป็นเวลา 12 ชั่วโมง เป็นระยะเวลาที่เหมาะสมสำหรับการรม 1-MCP ความเข้มข้น 250 นาโนลิตรต่อลิตร อย่างมีนัยสำคัญทางสถิติต่ออายุการใช้งาน และคุณภาพของช่อดอก เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุม

เอกสารอ้างอิง

ศิริพิมล หงส์เหม วิไลภรณ์ บุญญกิจจินดา อภิรดี อุทัยรัตนกิจ และ กุลนาถ อบสุวรรณ. 2550. ผลของ 1-MCP ต่ออายุการปักแจกันของกล้วยไม้ลูกผสม *Mokara* Jairak Gold. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร ฉบับที่ 5 (พิเศษ): 70-73.

Porat, P., Borocov, A., Halevy, H., and O'Neill, S.D., 1994, Pollination-induced senescence of *Phalaenopsis* petals, Plant Growth Regulator, 15: 129-136.

Sangngam, S., 2007, Effect of 1-MCP on Display life of *Dendrobium* Aroon white inflorescence, Senior Project, Biology Department, Faculty of Science, Silpakorn University, Nakorn Pathom, Thailand.

Serek, M., Sisler, E. C., and Reid, M.S., 1994, Novel gaseous ethylene binding inhibitor prevents ethylene effects in potted flowering plants, Journal of the American Society for Horticultural Science, 119: 1230-1233.

Suntipabvivattana, N., Niyomlao, W. and Kanlayanarat, S., 2002, Effects of 1-methylcyclopropene on vase life of *Dendrobium* water oumae (4N), Proceedings of the 17th world orchid conferences, Malaysia, 287-289.

Wang, M. K. and Wang, Y. T., 2000, 1-MCP and STS counteract ethylene effects on cut orchid flowers, HortScience, 35(3): 349.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 259-262 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 259-262 (2550)

คุณลักษณะทางเคมีของเอนไซม์-โปรตีนไฮโดรไลเซทกากถั่วเขียวที่ย่อยสลายด้วยโบรมิเลน

Chemical Characterization of Enzyme-Mungbean Meal Protein Hydrolysate Hydrolysed by Bromelain

ณัฐวุฒิ ส่งแสง[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ กนก รัตนะกนกชัย[1]
Songsaeng. N.[1], Laohakunjit. N. [1], and Ratanakhanokchai. K.[1]

Abstract

Enzyme-Mungbean Meal Protein Hydrolysates (e-MPHs) were prepared from defatted mungbean meal using a proteolytic enzyme Bromelain. Two factors were evaluated: enzyme concentration at 2, 4, 6 and 8% (w/w of mung bean meal) and hydrolysis time (3, 6, 12 and 24 hrs). It was found that the best condition to produce protein hydrolysate by Bromelain was at 8% Bromelain and 24 hr hydrolysis. e-MPH had the highest degree of hydrolysis (10.67%) and %yield (0.5%). e-MPH was dark brown color and L, a and b values were 34.0, -1.1 and +3.8, respectively. When analyzed 17 free amino acids by High Performance Liquid Chromatography (HPLC), free glutamic acid (an umami taste) was the most quantity in e-MPH (15.82%), followed by aspartic acid, arginin, lysine and leusine which also the main flavors at 15.82, 10.55, 9.07, 7.59 and 7.38%, respectively. Using Dynamic Headspace Gas Chromatography Mass Spectrometry (DHS GC-MS) analysis, 6 volatile compounds was identified in e-MPH which propanoic acid, 2-methyl propanal, 2-methyl butanal, 3-methyl-butanal (Aldehyde Compound), dimethyl diazene and ethyl alcohol with % relative peak area 0.90, 0.55, 0.5, 1.63, 1.24 and 0.70 respectively. e-MPH had a good characteristic of meat-like flavor used as the flavoring agent.

Keywords : Enzyme-Mungbean Meal Protein Hydrolysates, Bromelain, Dynamic Headspace Gas Chromatography Mass Spectrometry

บทคัดย่อ

เอนไซม์-โปรตีนไฮโดรไลเซทกากถั่วเขียว (e-MPHs) เตรียมได้จากการย่อยสลายกากถั่วเขียวที่สกัดน้ำมันด้วยเอนไซม์โบรมิเลน โดยแปรปริมาณเอนไซม์ร้อยละ 2, 4, 6, และ 8 (w/w ของกากถั่วเขียว) และเวลาการย่อยสลาย 3, 6, 12 และ 24 ชม. พบว่าการย่อยสลายด้วยเอนไซม์ปริมาณร้อยละ 8 ที่เวลา 24 ชม. เป็นภาวะที่ดีที่สุดได้ e-MPH มีค่าระดับการย่อยสลายและ %yield สูงที่สุดร้อยละ 10.67 และ 0.5 ตามลำดับ e-MPH มีสีน้ำตาลเข้ม มีค่า L, a และ b เท่ากับ 34.0, -1.1 และ +3.8 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์กรดอะมิโน 17 ชนิดด้วยเครื่อง High Performance Liquid Chromatography (HPLC) พบว่ากรดกลูตามิกที่ให้รสอูมามิมีปริมาณสูงที่สุดร้อยละ 15.82 ส่วนกรดแอสปาร์ติก อาร์จินิน ไลซิน และลิวซิน ซึ่งมีความสำคัญต่อรสชาติของ e-MPH มีปริมาณรองลงมาร้อยละ 15.82, 10.55, 9.07, 7.59 และ 7.38 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์สารหอมระเหยให้กลิ่นใน e-MPH ด้วย Dynamic Headspace Gas Chromatography-Mass Spectrometry (DHS GC-MS) พบสารหอมระเหยสำคัญ 6 ชนิด คือ propanoic acid, 2-methyl propanal, 2-methyl butanal, 3-methyl-butanal (สารประกอบอัลดีไฮด์), dimethyl diazene และ ethly alcohol ซึ่งมี % relative peak area เท่ากับ 0.90, 0.55, 0.5, 1.63, 1.24 และ 0.7 ตามลำดับ โดย e-MPH มีเอกลักษณ์ด้านกลิ่นรสคล้ายเนื้อสัตว์สามารถนำมาใช้เป็นสารปรุงแต่งกลิ่นรสได้

คำสำคัญ : เอนไซม์-โปรตีนไฮโดรไลเซทกากถั่วเขียว โบรมีเลน Dynamic Headspace Gas Chromatography Mass Spectrometry

คำนำ

โปรตีนไฮโดรไลเซทจากพืชถูกนำมาใช้ประโยชน์อย่างกว้างขวางทั้งทางอุตสาหกรรมอาหาร เช่น สารอิมัลชั่น สารเพิ่มความอุ้มน้ำ เครื่องสำอาง เช่น แชมพู คอนดิชันเนอร์ ยา และอาหารเสริม เช่น อาหารเสริมโปรตีน และอุตสาหกรรมการผลิตสารปรุงแต่งกลิ่นรส กระบวนการผลิตโปรตีนไฮโดรไลเซทนั้น ใช้กรดย่อยสลาย ซึ่งทำให้เกิดสาร 3-MCPD ซึ่งเป็นสารก่อมะเร็งในสัตว์ทดลอง (สำนักงานคณะกรรมการอาหารและยา, 2544) จึงได้มีการนำเอนไซม์มาใช้ในการย่อยสลายแทน โดยเอนไซม์ที่

[1] คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[1] School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein, Bangkok 10150

นิยมใช้ได้แก่ Falvourzyme®, Alcalase® และ Neutase® (Novozymes, 2007) ซึ่งเป็นเอนไซม์ทางการค้า ส่วนเอนไซม์โบรมิเลน เป็นเอนไซม์โปรติเอสที่มีการนำมาใช้ในอุตสาหกรรมต่างๆ เช่น ยาช่วยย่อยอาหาร ผงหมักเนื้อ น้ำยาล้างคอนแทกเลนส์ โดยมีจุดตัดโปรตีนที่กว้าง แต่ชอบตัดโปรตีนที่ตำแหน่งกรดอะมิโน ไลซีน ไกลซีน ไทโรซีน และอลานีน มากที่สุด (Enzyme Nomenclature, 1984) ซึ่งให้เปปไทด์ ที่มีกลิ่นรสไม่ขม จึงได้เลือกใช้เอนไซม์โบรมิเลน ซึ่งผลิตได้ในประเทศไทย งานวิจัยนี้ศึกษาถึงสภาวะในการผลิต e-MPH ด้วยเอนไซม์โบรมิเลนโดยใช้กากถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบตั้งต้น ซึ่งกากถั่วเขียวเป็นวัตถุดิบเหลือใช้จากกระบวนการผลิตวุ้นเส้น

อุปกรณ์และวิธีการ

วิเคราะห์ค่า enzyme activity ของเอนไซม์โบรมิเลน (บริษัท หงม่าว จำกัด) โดยใช้ Bovine Serum Albumin เป็น substrate (Ansson,1938) และวิเคราะห์ขนาดโมเลกุลและความบริสุทธิ์ของเอนไซม์ด้วย SDS-PAGE

นำกากถั่วเขียวมาสกัดน้ำมัน ด้วย hexane 2 ครั้ง แล้วแยกขนาดกากถั่วเขียวที่ผ่านการสกัดน้ำมันด้วยตะแกรงร่อนเบอร์ 40 นำไปนึ่งฆ่าเชื้อด้วยหม้อนึ่งความดันไอ แล้วเติมน้ำที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อด้วยเช่นกันในอัตราส่วน 1:10 แล้วนำมาย่อยสลายด้วยเอนไซม์โบรมิเลน ที่อุณหภูมิ 50°C pH 6 โดยแปรความเข้มข้นร้อยละ 2, 4, 6 และ 8 ต่อน้ำหนักกากถั่วเขียวเริ่มต้น และเวลาในการย่อยสลาย 3, 6, 12 และ 24 ชั่วโมง นำ e-MPH ที่ได้ผ่านกระดาษกรอง no.1 มาวิเคราะห์ค่าระดับการย่อยสลาย (D.H.) โดยวิธี Trichloroacetic acid (Greenberg และ Shipe, 1979) คุณสมบัติทางกายภาพ ได้แก่ %yeild และ ค่าสี (L, a, b) ด้วยเครื่อง Colorimetric Meter คุณสมบัติทางเคมี ได้แก่ ปริมาณกรดอะมิโน ด้วย High Performance Liquid Chromatography (HPLC) และสารให้กลิ่น ด้วย Dynamic Headspace Gas Chromatography-Mass Spectrometry (DHS GC-MS) โดยใช้ Column HP-Innowax (60 m x 0.32 nm x 0.5 um) ใช้ก๊าซ He 1ml/min เป็น carrier gas และ Identify ด้วย NIST-MS กับ Wiley library ที่มี %quality match > 85% และเปรียบเทียบกับค่า Retention Indexs (R.I.) จากสาร n-alkane (C11-C25) และการทดสอบทางประสาทสัมผัส ด้วย 9-hedonic scale scoring test โดยผู้ผ่านการฝึกฝนแล้ว 6 คน

ผล

เอนไซม์โบรมิเลน มีค่า activity 264221 unit/g และเมื่อวิเคราะห์ ขนาดโมเลกุลและความบริสุทธิ์ ด้วย SDS-PAGE พบว่าเอนไซม์โบรมิเลน มีขนาดโมเลกุล 19.69-22.41 kDa และมีความบริสุทธิ์สูง (Figure 1) เมื่อวิเคราะห์องค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเขียวก่อนสกัดน้ำมัน มีปริมาณ ร้อยละ 1.86 ส่วนองค์ประกอบทางเคมีของกากถั่วเขียวหลังผ่านการสกัดไขมัน พบว่ามีปริมาณไขมัน ความชื้น โปรตีน เถ้า เยื่อใย และคาร์โบไฮเดรต ร้อยละ 0.46, 10.93, 56.0, 2.75, 13.5 และ 16.36 (น้ำหนักเปียก) ตามลำดับ e-MPH ที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์ ความเข้มข้นร้อยละ 8 โดยน้ำหนัก เป็นเวลา 24 ชั่วโมง มีค่า D.H. และ %Yeild สูงที่สุด ($p \leq 0.05$) ที่ 10.68 และร้อยละ 4.52 โดยน้ำหนักตามลำดับ (Figure 2)

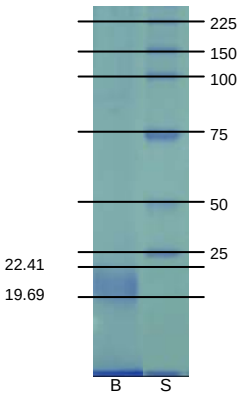


Figure 1 ขนาดโมเลกุลของเอนไซม์ โบรมิเลน เมื่อ B คือ เอนไซม์โบรมีเลน และ S คือ สารโปรตีนมาตรฐาน

e-MPH ที่ได้มีสีน้ำตาลเข้ม โดยมีค่า L, a และ b เท่ากับ 34.0, -1.1 และ +3.8 ตามลำดับมีกรดอะมิโน กลูตามิก และแอสปาติกปริมาณสูงที่สุด (Table 1) สารให้กลิ่นรส ของ e-MPH ที่สภาวะการย่อยสลาย 24 ชม. ความเข้มข้นเอนไซม์ร้อยละ 8 มีสารประกอบหลักคือ อัลดีไฮด์ ได้แก่ 2-methyl propanal, 2-methyl butanal, และ 3-methyl-butanal ให้ odor description กลิ่น dark chocolate และ propanoic acid ให้กลิ่นถั่ว และฉุน (Table 2)

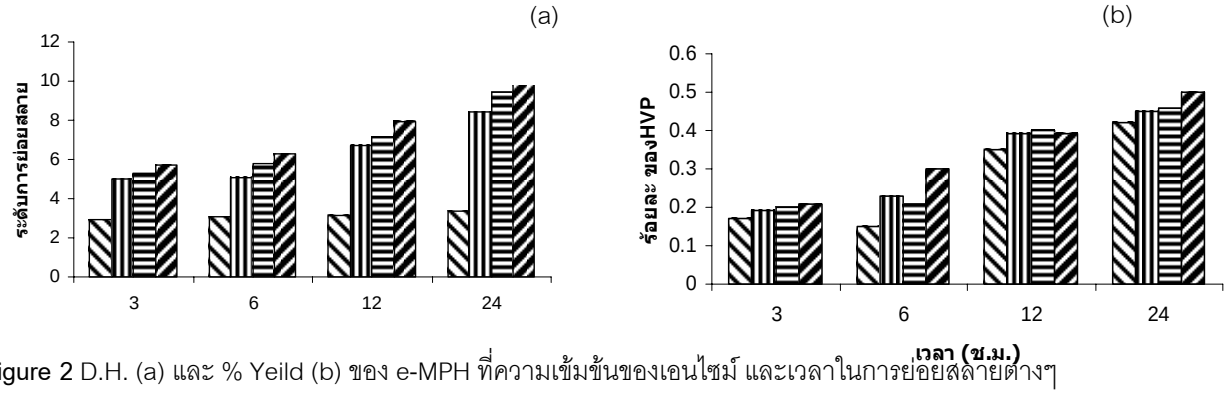


Figure 2 D.H. (a) และ % Yeild (b) ของ e-MPH ที่ความเข้มข้นของเอนไซม์ และเวลาในการย่อยสลายต่างๆ

<u>หมายเหตุ</u> กำหนดให้ ▧ ความเข้มข้นเอนไซม์ โบรมิเลนร้อยละ 2 ▤ ความเข้มข้นเอนไซม์ โบรมิเลนร้อยละ 6
▥ ความเข้มข้นเอนไซม์ โบรมิเลนร้อยละ 4 ▨ ความเข้มข้นเอนไซม์ โบรมิเลนร้อยละ 8

Table 1 ปริมาณกรดอะมิโนของ e-MPH ที่ย่อยด้วยเอนไซม์โบรมิเลน ร้อยละ 8 ต่อน้ำหนัก เป็นเวลา 24 ชั่วโมง

กรดอะมิโน	ปริมาณ (ร้อยละ)	กรดอะมิโน	ปริมาณ (ร้อยละ)
Aspartic	0.050	Cystine	0.003
Srine	0.033	Tyrosine	0.019
Glutamic	0.075	Valine	0.019
Glycine	0.021	Methionine	0.007
Histidine	0.011	Lysine	0.036
Arginine	0.043	Isoleucine	0.019
Threonine	0.019	Leucine	0.035
Alanine	0.023	Phenylalanine	0.032
Proline	0.028	รวม	0.474

Table 2 ผลการวิเคราะห์สารให้กลิ่นใน e-MPH ที่ย่อยด้วยเอนไซม์โบรมิเลนเข้มข้นร้อยละ 8 ต่อน้ำหนักกากถั่วเขียวเป็นเวลา 24 ชั่วโมง

Peak	R.I.	Compound Name	Area	Oder Description**
1	677	Propanoic acid	0.90	pungent, rancid, soy
2	929	2-Methyl propanal	0.55	Dark Chocolate
3	936	Dimethyl diazene	1.24	-
4	1209	2-Methyl butanal	0.50	Dark Chocolate
5	1220	3-Methyl butanal	1.63	Dark Chocolate
6	1247	Ethyl alcohol	0.70	Sweet

หมายเหตุ: **http://flavournet.org/flavournet.html, 2007

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของ e-MPH ที่สภาวะการย่อยสลาย 24 ชม. ความเข้มข้นเอนไซม์ร้อยละ 8 มีรสหวาน รสฝาด รสขม รสเนื้อ รสซีอิ้ว รสอูมามิ รสถั่ว กลิ่นเนื้อ กลิ่นซีอิ้ว กลิ่นถั่ว และมีระดับการยอมรับที่ 5, 5.34, 5.67, 5, 4, 6, 4.6, 5.34, 6, 4.67, 5.34, 6, 5.34 และ 6 ตามลำดับ (Figure 3)

วิจารณ์ผล

e-MPH ที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์โบรมิเลนที่สภาวะการย่อยสลาย 24 ชม. ความเข้มข้นเอนไซม์ร้อยละ 8 ให้ปริมาณกรดกลูตามิก กรดแอสปาร์ติก อาร์จินิน ไลซิน และลิวซิน สูง ซึ่งสอดคล้องกับปริมาณกรดอะมิโนเริ่มต้นในกากถั่วเขียว สีของ e-MPH ที่ได้มีสีคล้ำขึ้น เนื่องจากเกิดกรดอะมิโนไทโรซีนอิสระ ซึ่งสามารถดูดกลืนคลื่นแสงที่ 260 nm ได้ ส่วนกลิ่นรสที่เกิดขึ้น

นั้น ให้รสหวาน ขม และ ฝาด สูงที่สุด เนื่องจากความจำเพาะของเอนไซม์โบรมิเลนที่ให้เปปไทด์สายสั้นที่มีรสชาติต่างๆ ส่วนรสเค็มไม่มีการเปลี่ยนแปลงเพราะรสเค็มไม่ได้เกิดจากกรดอะมิโนหรือเปปไทด์ นอกจากนี้ยังให้กลิ่นและรสเนื้อ ซีอิ้ว และรสอูมามิในปริมาณสูง กลิ่นรสเนื้อและรสอูมามินั้นนอกจากจะเกิดขึ้นจากหมู่ซัลไฟด์ในซิสเตอีน และยังเกิดขึ้นได้จากกรดกลูตามิกอีกด้วย (Boudreau, 1979, Shahidi, 1994) ส่วนกลิ่นรสซีอิ้ว เกิดจากสารประกอบอัลดีไฮด์ และกรด ได้แก่ 2-methyl propanal, 2-methyl butanal, 3-methyl-butanal และ propanoic acid ซึ่งสอดคล้องกับกลิ่นรสของซีอิ้ว (Wanakhachornkrai, 2003) และโปรตีนไฮโดรไลเซทจากพืช (Yi-Fang, 2002)

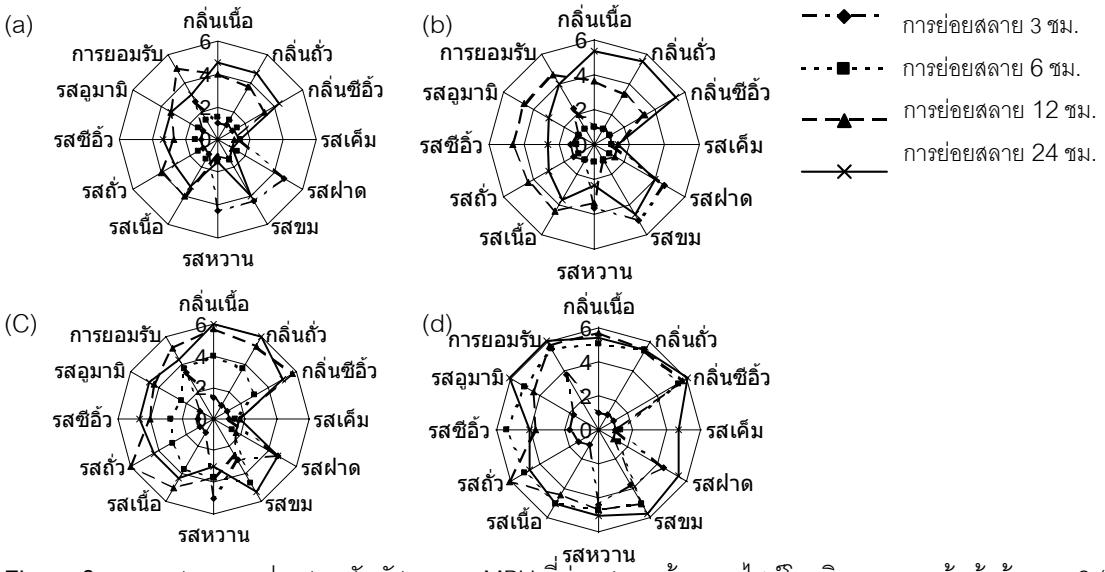


Figure 3 การทดสอบทางประสาทสัมผัส ของ e-MPH ที่ย่อยสลายด้วยเอนไซม์โบรมิเลนความเข้มข้นร้อยละ 2 (a), 4 (b), 6 (c) และ 8 (d) ในเวลาในการย่อยสลายต่างๆ

สรุปผล

การผลิตเอนไซม์-โปรตีนไฮโดรไลเซทกากถั่วเขียว (e-MPHs) ด้วยเอนไซม์ปริมาณร้อยละ 8 ที่เวลา 24 ชม. เป็นสภาวะที่ได้ e-MPH มีค่าระดับการย่อยสลายและ %yield สูงที่สุด โดย e-MPH มีสีน้ำตาลเข้ม มีค่า L, a และ b เท่ากับ 34.0, -1.1 และ +3.8 ตามลำดับ เมื่อวิเคราะห์กรดอะมิโน 17 ชนิด พบว่ากรดกลูตามิก มีปริมาณสูงที่สุด ส่วนกรดแอสปาร์ติก อาร์จินิน ไลซิน และลิวซิน มีปริมาณรองลงมา เมื่อวิเคราะห์สารหอมระเหยให้กลิ่นใน e-MPH พบสารหอมระเหย 6 ชนิด โดยมีสารประกอบหลักคือ 2-methyl propanal, dimethyl diazene, 2-methyl butanal, และ 3-methyl-butanal

กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบสำนักงานกองทุนสนับสนุนงานวิจัย (สกว.) ที่ให้การสนับสนุนการวิจัย บริษัท หงม่าว จำกัด.ที่ให้การสนับสนุนเอนไซม์โบรมิเลน และ บริษัท สิทธินันท์ จำกัด ที่ให้การสนับสนุนกากถั่วเขียว

เอกสารอ้างอิง

AOAC., 1996, Official Method of the Association of Official Analytical Chemists, 14th, Association Official Analytical Chemists, Washington D.C., p. 975.

Hudson, B.J.F., 1992, Biochemistry of Food Proteins, Elsevier Applied Science, London, p. 235-248.

Wanakhachornkrai, P., Lertsiri, S., 2003, Composition of determination method for volatile compounds in Thai soy sauce, Food Chemistry, 83: 619-629.

Yi-Fang, G.W., Keith, R.C., 2002, Characterization of the Aroma of a Meatlike Process Flavoring from Soybean-Based Enzyme-Hydrolyzed Vegetable Protein, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 50: 2900-2907.

Boudreau, J.C. (Ed.), 1979, Food Taste Chemistry, ACS Symposium series, 31-35.

Shahidi, F., 1994, Flavor of meat and meat products, Blackie Academic & Professional, London, 298.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 263-266 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 263-266 (2550)

ผลของความเข้มข้น 1-MCP ต่ออายุการใช้งานของดอกกล้วยไม้หวายลูกผสมสายพันธุ์อรุณไวท์

Effect of 1-MCP Concentrations on Display-life of *Dendrobium* Aroon White

กุลนาถ อบสุวรรณ[1*] สุภาพร สังข์งาม[1] และ อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[2]
Obsuwan, K.[1], Sang-ngam, S.[1] and Uthairatanakij, A.[2]

Abstract

1-Methylcylopropene (1-MCP) prevents the effect of ethylene on induce senescence of several cut flowers. Our study was focused on post harvest quality and display life of *Dendrobium* Aroon White. Cut inflorescences of *Dendrobium* Aroon White with 6 - 8 open flowers were harvested and fumigated with 0 (control), 250, 500 and 1000 nL/L of 1-MCP at 25 °C for 1.5 h and then held in distilled water. The inflorescences fumigated with 250 nL/L 1-MCP had the longest display life (15 days compared to 11 days of the control). The inflorescences treated with 1-MCP maintained the fresh weight and water uptake higher than the control, but 1-MCP had no effect on bud opening and curvature.

Keywords : ethylene, cut orchid, display life, post harvest quality

บทคัดย่อ

สาร 1-methylcylopropene (1-MCP) มีประสิทธิภาพในการยับยั้งการผลิตเอทิลีน ซึ่งมีผลต่อการชรา-ภาพของไม้ตัดดอกหลายชนิด ดังนั้นในการทดลองนี้จึงศึกษาผลของ 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้นต่างๆ เพื่อใช้ในการยืดอายุการปักแจกันของดอกกล้วยไม้สกุลหวายขาว ลูกผสมสายพันธุ์อรุณไวท์ ทำการเก็บเกี่ยวช่อดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์อรุณไวท์ ในระยะที่มีดอกบาน 6-8 ดอก จากนั้นทำการรมช่อดอกด้วย 1-MCP ที่ระดับความเข้มข้น 0, 250, 500 และ 1000 นาโนลิตร/ลิตร เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ที่ 25 องศาเซลเซียส จากนั้นย้ายไปปักในน้ำกลั่น ที่ 25 องศาเซลเซียส พบว่าการรม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 นาโนลิตร/ลิตร ทำให้ช่อดอกกล้วยไม้มีอายุการใช้งานนานสุด 15 วัน เมื่อเปรียบเทียบกับชุดควบคุมที่มีอายุการใช้งานเพียง 11 วัน นอกจากนี้ช่อดอกกล้วยไม้ที่รมด้วยสาร 1-MCP มีการเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสด และการดูดน้ำมากกว่าชุดควบคุม

คำสำคัญ : เอทิลีน, กล้วยไม้ตัดดอก, อายุการใช้งาน, คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว

คำนำ

กล้วยไม้อยู่ในวงศ์ Orhidaceae ซึ่งมีอยู่จำนวนมากประมาณ 1,400 ชนิด (Dressler,1990) และ เมื่อร่วมกับกล้วยไม้ที่มนุษย์ได้ผสมพันธุ์ใหม่ขึ้นมาแล้ว จึงเป็นพืชที่มีวงศ์ใหญ่มาก กล้วยไม้หวายเป็นที่นิยมปลูกและตัดดอกขายมาก แต่ดอกกล้วยไม้หวายยังเป็นของสดที่มีชีวิตมีการเปลี่ยนแปลงสรีรวิทยาและชีวเคมีหลายอย่าง เช่นเดียวกับที่อยู่บนต้นเดิม เช่น การเปลียนสีของกลีบดอก การสร้างเอทิลีนซึ่งดอกกล้วยไม้สร้างขึ้นเองและยังได้รับจากภายนอกระหว่างการขนส่ง ซึ่งเอทิลีนมีผลให้ไม้ดอกไม้ประดับเกิดการเหี่ยว (Serek และคณะ, 2006) การเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้น จะทำให้อายุการปักแจกันสั้น จึงได้มีผู้ทำทดลองเพื่อเพิ่มคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้และยืดอายุการปักแจกันโดยใช้ 1-methylcyclopropene (1-MCP) (Obsuwan และ Uthairatanakij, 2006) โดย 1-MCP จะไปมีผลยับยั้งการทำงานของเอทธิลีน ทำให้อายุการใช้งานของดอกกล้วยไม้นานขึ้น ในงานวิจัยนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของการใช้สาร 1-MCP ต่อคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้หวายลูกผสมอรุณไวท์ที่กำลังได้รับความนิยมในปัจจุบัน

อุปกรณ์และวิธีการ

ดอกกล้วยไม้หวายลูกผสมอรุณไวท์ จากสวนกล้วยไม้คุณวิวัฒน์ ลิ้มสงวน ที่อยู่ ต. บางช้าง อ. สามพราน จ. นครปฐม ตัดปลายก้านช่อดอกยาว 15 เซนติเมตร โดยช่อดอกมีดอกบานประมาณ 7-9 ดอก และดอกตูมประมาณ 11-14

[1]ภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศิลปากร วิทยาเขตพระราชวังสนามจันทร์ อ.เมือง จ.นครปฐม 73000 *e-mail: kulanart@hotmail.com
[1]Department of Biology, Faculty of Science, Silpakorn University, Sanam Chandra Palace Campus, Muang, Nakorn Pathom 73000
[2]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี เขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[2]Division of Postharvest Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntien, Bangkok, 10150

ดอก ทำการทดลองโดยใช้ช่อดอกกล้วยไม้ลูกผสมอรุณไวท์ ทรีตเมนต์ละ 10 ช่อ ตัดก้านช่อดอกใต้น้ำ ให้มีความยาวก้านช่อดอกเท่า ๆ กัน แช่น้ำกลั่นแล้วนำไปรม 1-MCP โดยมีทรีตเมนต์ ดังต่อไปนี้

ทรีตเมนต์ที่ 1 ช่อดอกกล้วยไม้ ไม่ผ่านการรม 1-MCP (ชุดควบคุม)
ทรีตเมนต์ที่ 2 ช่อดอกกล้วยไม้ รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 ppb
ทรีตเมนต์ที่ 3 ช่อดอกกล้วยไม้ รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 500 ppb
ทรีตเมนต์ที่ 4 ช่อดอกกล้วยไม้ รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 1000 ppb

ทำการรมช่อดอกกล้วยไม้ เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25 °C จากนั้นนำกล้วยไม้ทั้งหมดมาวางที่ห้องควบคุม อุณหภูมิ 25 °C และเติมน้ำในหลอดพลาสติกทุกวันให้มีปริมาตร 10 มิลลิลิตร

ผล

ช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0, 250, 500 และ 1,000 ppb มีอายุการปักแจกันนาน 11.2, 15, 13.8 และ 14.4 วัน ตามลำดับ (Table 1) โดยช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0 ppbมีอายุการปักแจกันสั้นที่สุด และแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250, 500, 1,000 ppb แต่ในช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250, 500 และ 1,000 ppb มีอายุการปักแจกันไม่แตกต่างกัน ช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0, 250, 50 และ 1,000 ppb มีการบานของดอกตูมใกล้เคียงกัน (Figure 1) ซึ่งไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0, 250, 500 และ 1,000 ppb มีอัตราการดูดน้ำน้อยลงเรื่อยๆ (Figure 2) โดยในช่วงวันที่ 7-11 ช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0 ppb แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250, 500 และ 1,000 ppb ช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0, 250, 500 และ 1,000 ppb มีความโค้งงอเพิ่มขึ้นเรื่อยๆ (Figure 3) โดยความโค้งงอในแต่ละวันที่เก็บผล มีค่าไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ แตกต่างในวันที่ 15-17 เท่านั้น

ช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0, 250, 500 และ 1,000 ppb มีค่าน้ำหนักสดเพิ่มขึ้นในช่วงวันแรกแล้วจะค่อยๆลดลง (Figure 4) โดยในวันที่ 7 และ 11 ช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0 ppb มีค่าแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ จากช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250, 500 และ 1,000 ppb แต่ในช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250, 500 และ 1,000 ppb มีน้ำหนักสดไม่แตกต่างกัน

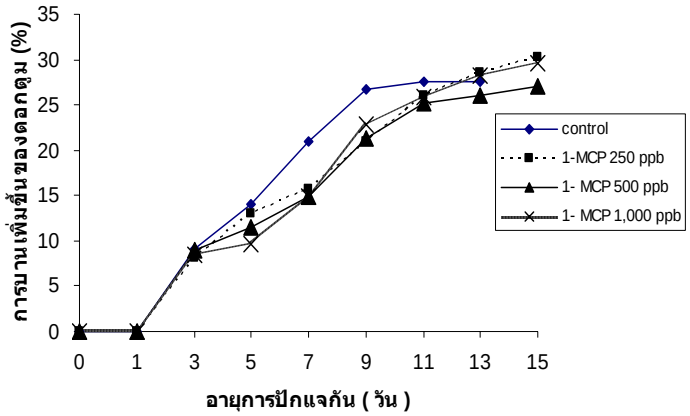


Figure 1 การบานของดอกตูมของ *Dendrobium* Aroon White ที่รม 1-MCP ด้วยความเข้มข้นต่างๆเป็นระยะเวลา 1.5 ชั่วโมงแล้วนำไปแช่น้ำกลั่น

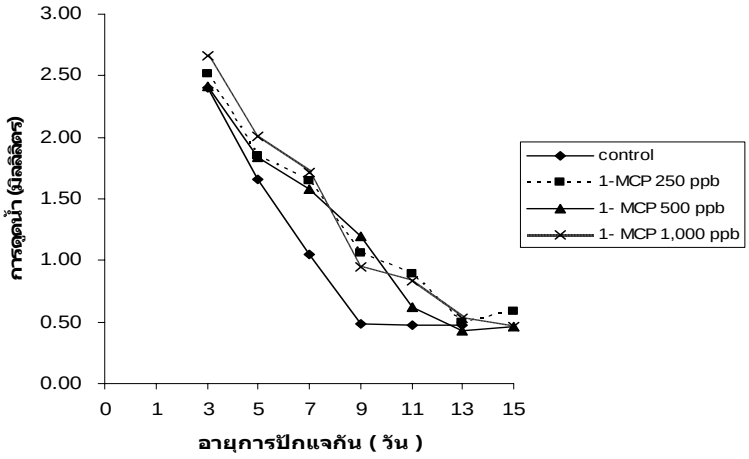


Figure 2 อัตราการดูดน้ำของ *Dendrobium* Aroon White ที่รม 1-MCP ด้วยความเข้มข้นต่างๆเป็นระยะเวลา 1.5 ชั่วโมง แล้วนำไปแช่น้ำกลั่น

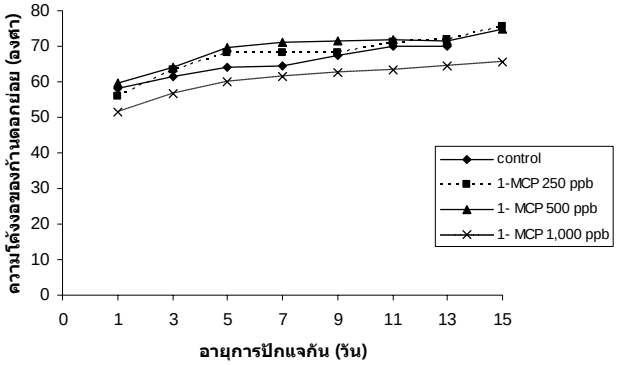


Figure 3 ความโค้งงอของ *Dendrobium* Aroon White ที่รม 1-MCP ด้วยความเข้มข้นต่างๆเป็น ระยะเวลา1.5 ชั่วโมง แล้วนำไปแช่น้ำกลั่น

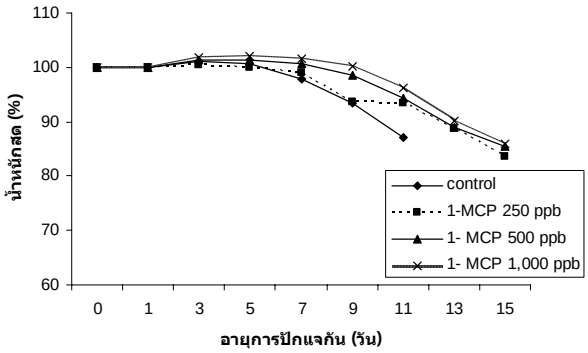


Figure 4 การเปลี่ยนแปลงของน้ำหนักสดของ *Dendrobium* Aroon White ที่รม 1-MCP ด้วยความเข้มข้นต่างๆเป็นระยะเวลา1.5 ชั่วโมงแล้วนำไปแช่น้ำกลั่น

Table 1 อายุการใช้งานของช่อดอกกล้วยไม้หวายอรุณไวท์ ที่รมด้วย 1-MCP 0, 250,500 และ 1,000 นาโนลิตรต่อลิตร เป็นระยะเวลา 1.5 ชั่วโมง

ทรีตเม้นท์ (นาโนลิตรต่อลิตร)	**อายุการใช้งาน (วัน)**
1-MCP 0 (ชุดควบคุม)	11.2[a]
1-MCP 250	15.0[b]
1-MCP 500	13.8[b]
1-MCP 1,000	14.4[b]

วิจารณ์ผล

ในการทดลองนี้ผลการทดลองที่ได้สนับสนุนว่า 1-MCP สามารถยืดอายุการปักแจกันช่อดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์อรุณไวท์ได้ โดยการรม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 ,500 และ 1,000 ppb เป็นเวลา 1.5 ชั่วโมง ที่อุณหภูมิ 25°C สามารถยืดอายุการปักแจกันช่อดอกกล้วยหวายพันธุ์อรุณไวท์ได้ดีกว่าช่อดอกกล้วยไม้ที่รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 0 ppb ซึ่งสอดคล้องกับงานทดลองของ Obsuwan และ Uthairatanakij (2006) รายงานว่า 1-MCP มีผลยับยั้งการทำงานของเอทธิลีนทำให้ช่วยยืดอายุการปักแจกันและคุณภาพของช่อดอกกล้วยไม้หวาย Water Oumae (4N) ส่วนในการบานของดอกตูมและความโค้งงอพบว่า 1-MCP ไม่มีผลแต่มีผลต่ออัตราการดูดน้ำและน้ำหนักสดในบางช่วง ในการบานของดอกตูมนั้นช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้น 250 ppb มากกว่าช่อดอกกล้วยไม้รม 1-MCP ที่ความเข้มข้นอื่นๆ และยังมีอายุการปักแจกันน้อยที่สุด แสดงว่า 1-MCP ทำให้ช่อดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์อรุณไวท์มีอายุการปักแจกันได้นานขึ้น นอกจากนี้การรมช่อดอกกล้วยไม้ด้วยสาร 1-MCP สามารถลดการหลุดร่วงของดอกย่อยได้ (Uthaichay และคณะ, 2007) อย่างไรก็ตามการตอบสนองต่อสาร 1-MCP ของช่อดอกกล้วยไม้ขึ้นอยู่กับชนิดของดอกกล้วยไม้ ความเข้มข้นของสาร 1-MCP และ ระยะเวลาที่ใช้รม

สรุปผล

1-MCP ช่วยยืดอายุการปักแจกันช่อดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์อรุณไวท์ แต่การรมสาร 1-MCP ทำให้การบานของดอกตูม ความโค้งงอ อัตราการดูดน้ำ และน้ำหนักสดของช่อดอกกล้วยไม้หวายพันธุ์อรุณไวท์ไม่มีความแตกต่างจากชุดควบคุม

เอกสารอ้างอิง

Dressler, R. L., 1990, The orchids, natural history and classification, 2nd ed. Harvard University Press, Cambridge, Mass.

Obsuwan, K. and Uthairatanakij, A., 2006, Efficacy of 1-MCP on postharvest quality of inflorescence of *Dendrobium* Water Oumae (4N), The 6th National Horticultural Congress, Chaingmai, Thailand.

Serek, M., Woltering, E. J., Sisler, E. C., Frello, S. and Sriskandarjah, S., 2006, Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level, Biotechnology Advances 24: 368-381.

Uthaichay, N., Ketsa, S. and van Doorn, W. G., 2007, 1-MCP pretreatment prevents bud and flower abscission in *Dendrobium* orchids, Postharvest Biology and Technology 43: 374-380.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 267-270 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 267-270 (2550)

อิทธิพลของพืชพื้นบ้านบดผง 10 ชนิดต่อการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*)

Effect of ten domestic plant powder on controlling of maize weevil (*Sitophilus zeamais*)

วรัญญา วรรณคุณ[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1]
Wannakhun, V.[1], Kerdchoechuen. O.[1] and Laohakunjit. N.[1]

Abstract

Ten domestic plants; turmeric (*Curcumar longer*), kaffir (*Citrus hystrix*), lime (*Citrus aurantifolia*), hairy basil (*Ocimum ameriranum*), holy basil (*Ocimum sanctum*), garlic (*Allium sativum*), custard apple (*Annona sguamosa*), *Cassia siamea*, Saraphi (*Mammea siamensis*) and *Ruellia tuberose* were grinded into 100 mesh of plant powder for using as insect repellant activity. The powder was mixed and blended in milled rice at 4 concentrations of 0, 0.5, 2.5 and 5% (w/w). In this study, maize weevil; *Sitophilus zeamais* were raised and used as the major insect of stored milled rice. The result showed that kaffir powder at 5% (w/w) could have best quality for repel maize weevil in both organic and chemical brown rice. The powder of hairy basil, holy basil, turmeric showed the followed activity of insect repellant. For milled organic and chemical rice, 5% holy basil powder resulted in the highest activity of insect repellant, and followed by powder of kaffir powder. In addition, 5% kaffir powder showed the best activity for killing the treated insects, followed by hairy basil, turmeric, and holy basil, respectively.

Keywords : plant powder, repellant, mortality, Maize weevil (*Sitophilus zeamais*)

บทคัดย่อ

การศึกษาพืชสมุนไพร 10 ชนิด ได้แก่ ขมิ้น (turmeric; *Curcumar longer*) มะกรูด (kaffir; *Citrus hystrix*) มะนาว (lime; *Citrus aurantifolia*) แมงลัก (hairy basil; *Ocimum ameriranum*) กระเพรา (holy basil; *Ocimum sanctum*) กระเทียม (garlic; *Allium sativum*) น้อยหน่า (custard apple; *Annona sguamosa*) ขี้เหล็ก (*Cassia siamea*) สารภี (Saraphi; *Mammea siamensis*) และต้อยติ่ง (*Ruellia tuberose*) ในรูปแบบบดผง คลุกกับเมล็ดข้าวที่ความเข้มข้นร้อยละ 0, 0.5, 2.5 และ 5 โดยน้ำหนัก เพื่อใช้เป็นสารไล่และป้องกันการเข้าทำลายของด้วงงวงข้าวโพด (maize weevil*; Sitophilus zeamais*) พบว่าในข้าวกล้องอินทรีย์และข้าวกล้องธรรมดา ใบมะกรูดบดผงที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 มีประสิทธิภาพในการเป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด รองลงมาคือ ใบแมงลัก ใบกระเพรา และขมิ้นบดผง ส่วนในข้าวขัดขาวอินทรีย์ และข้าวขัดขาวธรรมดาพบว่าพืชที่มีประสิทธิภาพในการไล่ดีที่สุด คือ ใบกระเพรา ที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 รองลงมาคือ ใบมะกรูด นอกจากนี้ใบมะกรูดบดผงที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 พบอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดมากที่สุดในทุกชนิดข้าว รองลงมาคือ ใบแมงลัก ขมิ้นบดผง และใบกระเพรา ตามลำดับ

คำสำคัญ : พืชสมุนไพรบดผง สารไล่ อัตราการตาย ด้วงงวงข้าวโพด

คำนำ

ข้าว (*Oryza sativa* L.) เป็นธัญพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจ และในระหว่างการเก็บรักษาเพื่อรอการจำหน่าย มักเกิดปัญหาการเข้าทำลายจากด้วงงวงข้าวโพด ซึ่งนอกจากทำให้ผลผลิตเสียหายแล้วยังส่งผลต่อคุณภาพของผลผลิต และราคาของผลิตภัณฑ์อีกด้วย การควบคุมแมลงมีหลายวิธี แต่วิธีที่ปลอดภัย คือ การนำพืชที่สามารถควบคุมแมลงศัตรูพืช มาใช้ทดแทนสารเคมีกำจัดแมลงในโรงเก็บ เช่น มีการนำกระเทียมบดมาควบคุมการวางไข่ของด้วงถั่วเขียว (มลนิภา และ ชุลีมาศ, 2545) และในใบมะกรูดมีสาร cineole ซึ่งเป็นสารกลุ่ม monoterpenoids สามารถฆ่าด้วงงวงข้าว มอดแป้ง และมอดฟันเลื่อยได้ (Lee และคณะ, 2003) และสาร 1,8 cineol สามารถควบคุมมอดแป้ง และด้วงงวงข้าวได้เช่นกัน (Tripathi และคณะ, 2001)

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) กรุงเทพ 10150
[1] School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi (Bangkhuntein), Bangkok 10150

อย่างไรก็ตามยังไม่มีงานวิจัยการนำพืชพื้นบ้านไทยมาใช้ในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดในในข้าวเจ้าไทย โดยเฉพาะข้าวที่ผลิตในระบบเกษตรอินทรีย์

อุปกรณ์และวิธีการ

นำพืช 10 ชนิด คือ ใบมะกรูด ใบมะนาว ใบแมงลัก ใบกระเพรา ใบน้อยหน่า ใบขี้เหล็ก ดอกสารภี ดอกต้อยติ่ง มาล้างทำความสะอาด ผึ่งให้แห้ง ส่วนขมิ้น และกระเทียม นำมาหั่นเป็นชิ้นเล็กๆ จากนั้นนำไปอบเพื่อลดความชื้นที่อุณหภูมิ 60 องศาเซลเซียส นาน 24 ชั่วโมง และบดเพื่อลดขนาด ให้ได้ 100 mesh ทดสอบประสิทธิภาพของพืชสมุนไพรบดผงเข้มข้นร้อยละ 0, 0.5, 2.5 และ 5 โดยน้ำหนัก นำมาคลุกกับข้าวกล้องอินทรีย์ ข้าวขัดขาวอินทรีย์ ข้าวกล้องธรรมดา และข้าวขัดขาวธรรมดาจำนวน 100 กรัม ทำการทดสอบการเป็นสารไล่ของพืชบดผง โดยการนำข้าวสารที่ผสมผงสมุนไพรแล้วมาใส่ลงใน perforated container (ซึ่งมีขนาดของรูกว้างพอที่ด้วงงวงจะสามารถออกมาได้) (Figure 1) แล้วจึงนำตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวโพดที่เพาะเลี้ยงไว้ใส่ลงไป 10 ตัว เก็บไว้ที่อุณหภูมิห้อง นับจำนวนของด้วงงวงที่ออกมายังบริเวณของ petri dish และถ้วยพลาสติก ที่ระยะเวลา 1, 3, 6 และ 12 ชั่วโมง (ตามวิธีของ Mohan และ Fields, 2002) ส่วนการทดสอบความเป็นพิษ นำข้าวพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 ที่ผสมพืชบดผงแล้วมาใส่ลงในขวดแก้วปากกว้างขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางประมาณ 7 เซนติเมตร สูง 9 เซนติเมตร นำตัวเต็มวัยของด้วงงวงข้าวใส่ลงไป 10 ตัว ปิดด้วยกระดาษซับ บันทึกอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดในวันที่ 1, 2, 3 และ 6 (Pretheep-Kumar และคณะ, 2004) วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of Variance; ANOVA) โดยใช้โปรแกรม SAS (1991) วางแผนการทดลองแบบ 4x4 factorial in RCBD (Randomized complete block design)

ผล

จากการศึกษาเปรียบเทียบประสิทธิภาพของพืชพื้นบ้าน 10 ชนิด ต่อการไล่ด้วงงวงข้าวโพดในข้าวกล้องอินทรีย์ พบว่าใบมะกรูดบดผงความเข้มข้นร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) มีประสิทธิภาพในการไล่สูงสุด เมื่อถึงชั่วโมงที่ 3 คือ ร้อยละ 73 รองลงมาคือ แมงลัก และขมิ้น เท่ากับ ร้อยละ 63 ในข้าวขัดขาวอินทรีย์ พืชที่มีประสิทธิภาพในการไล่ดีที่สุดคือ กระเพรา และมะกรูด เท่ากับ ร้อยละ 80 และ 78 ตามลำดับ รองลงมาคือ ขมิ้น น้อยหน่าและกระเทียม มีความสามารถการไล่แมลงอยู่ที่ร้อยละ 68-66 ส่วนในข้าวกล้องธรรมดา พบว่า มะกรูดมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดสูงที่สุด รองลงมาคือ แมงลัก กระเทียม และกระเพรา โดยมีความสามารถในการไล่เท่ากับร้อยละ 73, 66, 63 และ 63 ตามลำดับ และในข้าวขัดขาวธรรมดา พบว่ากระเพรามีความสามารถการไล่สูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 76 รองลงมาคือ มะกรูดและกระเทียม มีความสามารถการไล่เท่ากับร้อยละ 70 (Figure 2)

สำหรับอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพด พบว่า ในข้าวกล้องอินทรีย์ ข้าวขัดขาวอินทรีย์ และข้าวกล้องธรรมดา มีผลที่สอดคล้องกันคือ มะกรูดบดผงที่ความเข้มข้นร้อยละ 5 (โดยน้ำหนัก) ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตายมากที่สุด คือ ร้อยละ 56, 63 และ 60 ตามลำดับ ส่วนในข้าวขัดขาวธรรมดา พืชที่ทำให้อัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดสูงที่สุดคือ แมงลัก และขมิ้น โดยทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตายร้อยละ 50 และใกล้เคียงกับมะกรูดที่พบอัตราการตายเท่ากับร้อยละ 46 ในการศึกษานี้พบว่าประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพด และอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดขึ้นกับความเข้มข้นจากประสิทธิภาพสูงไปต่ำ คือ ร้อยละ 5 > 2.5> 0.5 > 0 ตามลำดับ (Figure 3)

วิจารณ์ผล

พืชที่มีประสิทธิภาพในการใช้เป็นสารไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ดี คือ ใบมะกรูด และใบกระเพรา โดยที่ใบมะกรูดนั้นมีสารสำคัญคือ citronellal, citronellyl acetate และ 1,8 cineol (นิจศิริ และพยอม , 2534) ซึ่งสารในกลุ่ม cineole เป็นสารกลุ่ม monoterpenoids มีคุณสมบัติที่ดีในการเป็นสารรมเพื่อใช้ในการไล่แมลง (Lee และคณะ ,2003; Wongและคณะ ,2005) ส่วนในใบกระเพราประกอบไปด้วย eugenol, linalool, และ limonene เป็นต้น ซึ่งสารเหล่านี้เป็นสารที่มีกลิ่น สามารถใช้ไล่แมลงได้แต่เพียงระยะเวลาหนึ่งเท่านั้น เนื่องจากเป็นสารที่มีโมเลกุลขนาดเล็กจึงระเหยได้ง่าย (สุรพล และวัชราภรณ์, 2545) ส่วนการเป็นพิษโดยตรงต่อแมลงนั้น สาร herculin ในพืชจำพวกมะตูม มะนาว มะกรูดจะมีสารระเหยของ isobutylamide ที่ออกฤทธิ์เป็นพิษเหมือนสารไพรีธรอยด์ (สุรพล และวัชราภรณ์, 2545) คือ มีผลต่อระบบประสาทของแมลง ในการไปยับยั้งการไหลของ Na^+ ทำให้กระแสการไหลของ Na^+ ใช้เวลานานมากขึ้น ซึ่งจะเป็นพิษต่อแมลงทำให้แมลงตายได้ในที่สุด (Bloomquist, 1999) ในการทดลองครั้งนี้ยังพบอีกว่าผลของการไล่และอัตราการตายขึ้นกับระดับความเข้มข้นของพืชบดผงที่ผสมกับเมล็ดข้าว ความเข้มข้นของพืชบดผงสูงทำให้การไล่และอัตราการตายสูงขึ้น

สรุปผล

ในข้าวทั้ง 4 ชนิด คือข้าวกล้องและข้าวขัดขาวอินทรีย์ ข้าวกล้องและข้าวขัดขาวธรรมดา ใบมะกรูดและใบกระเพราบดผงมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้สูงที่สุด รองลงมาคือ ใบแมงลัก ขมิ้น และกระเทียมบดผง โดยความเข้มข้นที่ใช้ทำให้ประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดต่างกัน เรียงจากมากไปน้อย คือ ร้อยละ 5 > 2.5> 0.5 > 0 ตามลำดับ และพบว่าข้าวกล้องอินทรีย์ ข้าวขัดขาวอินทรีย์ และข้าวกล้องธรรมดาที่ผสมใบมะกรูดบดผงความเข้มข้นร้อยละ 5 มีอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดมากที่สุด ส่วนข้าวขัดขาวธรรมดา พืชที่พบอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดมากที่สุด เมื่อผสม ใบแมงลักและขมิ้นบดผงความเข้มข้นร้อยละ 5

เอกสารอ้างอิง

นิจศิริ เรืองรังษี และ พยอม ตันติวัฒน์, 2534, พืชสมุนไพร, บริษัทโอเดียนสโตร์ จำกัด, กรุงเทพมหานคร, 243 หน้า.

มลนิภา ศรีมาตรภิรมย์ และชุลีมาศ บุญไทย อิวาย, 2545, การป้องกันการเข้าทำลายของด้วงถั่วเขียว(*Callosobruchus maculatus* F.) โดยใช้ผลิตภัณฑ์ธรรมชาติ. วารสารวิทยาศาสตร์เกษตร, ฉ.33 (6): 310-312

สุรพล วิเศษสรรค์ และวัชราภรณ์ รวมธรรม, 2545, พิษจากพืช และแนวทางการใช้สารสกัดจากพืชทางการเกษตร, การฝึกอบรม เรื่อง การเลือกใช้สารป้องกันกำจัดศัตรูพืชอย่างปลอดภัย ปราศจากสารพิษตกค้างในผลผลิต และสภาพแวดล้อม รุ่นที่ 2, 26-31 สิงหาคม 2545, กรุงเทพฯ.

Bloomquist, J. R., 1999, Insecticides: Chemistries and Characteristics. Department of Entomology, Virginia Polytechnic Institute and State University, Blacksburg, Virginia. [Online], Available: http://www.ipmworld.umn.edu/chapters/bloomq.htm [23/ January/ 2007]

Lee, S., Peterson, C. J., and Coats, J. R., 2003, Fumigation toxicity of monoterpenoids to severalstored product insect, Journal of Stored Products Research, 39: 77-85.

Mohan, S., and Fields, P. G., 2002, A simple technique to assess compounds that are repellent or attractive to stored-product insects, Journal of Stored Products Research, 38: 23-31.

Pretheep-Kumar, P., Mohan, S., and Ramaraju, K., 2004, Protein-enriched pea flour extract protects stored milled rice against the rice weevil, *Sitophilus oryzae*, Journal of Insect Science, 4: 26.

Tripathi, A. K., Prajapati, V., Aggarwal, K. K., and Kumar, S., 2001, Toxicity, feeding deterrence and effect of activity of 1,8 cineole from *Artemisia annuaon* progeny production of *Tribolium castanaeum* (Coleoptera: Tenebrionidae), Journal of Economic Entomology, 94(4): 979-983.

Wong, K., K. Y., Signal, F., A., Campion, S., H., and Motion, R. L., 2005, Citronella as an insect repellent in food packaging, Journal Agricultural Food Chemistry, 53: 4633-4636.

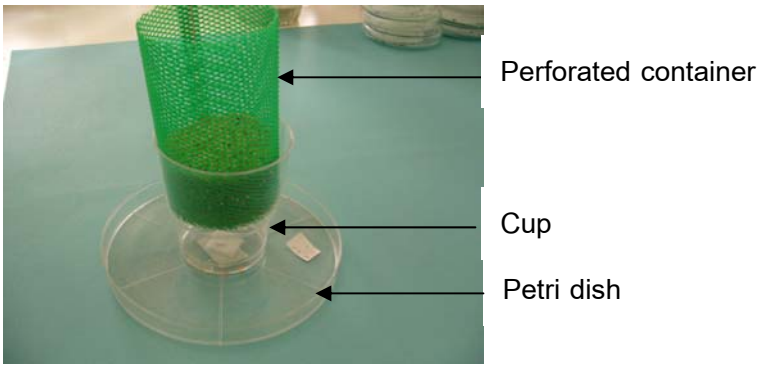


Figure 1 Cup Bioassay.

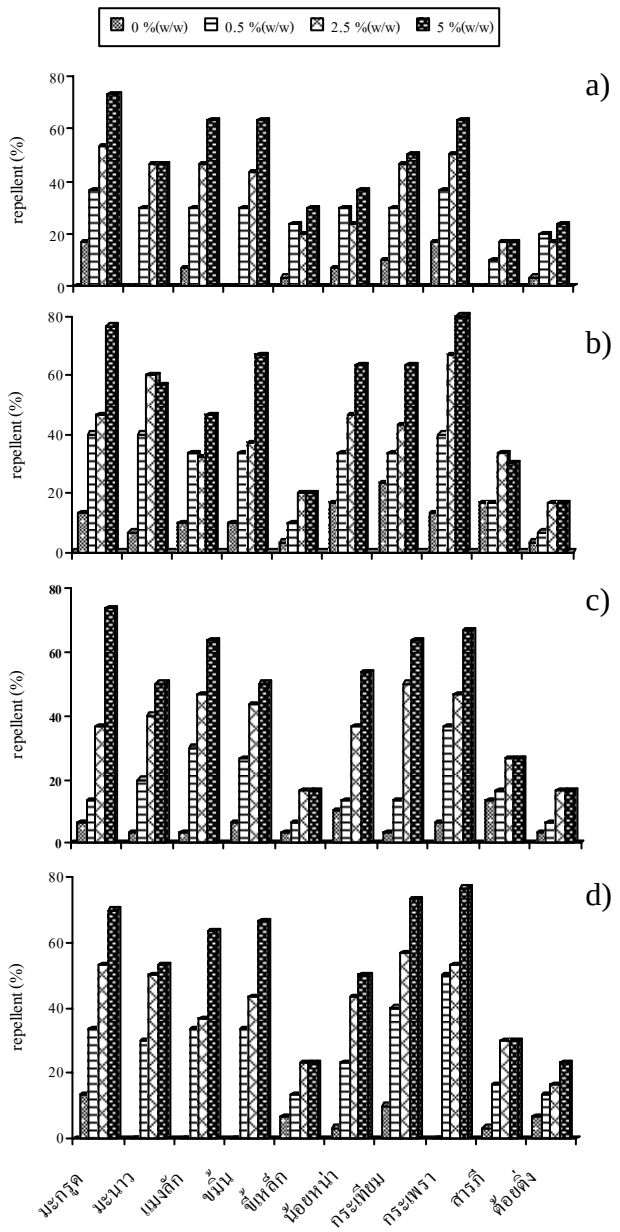


Figure 2 Repellent of ten domestic plant powder on rice weevil in a) organic brown rice, b) organic milled rice, c) brown rice and d) milled rice.

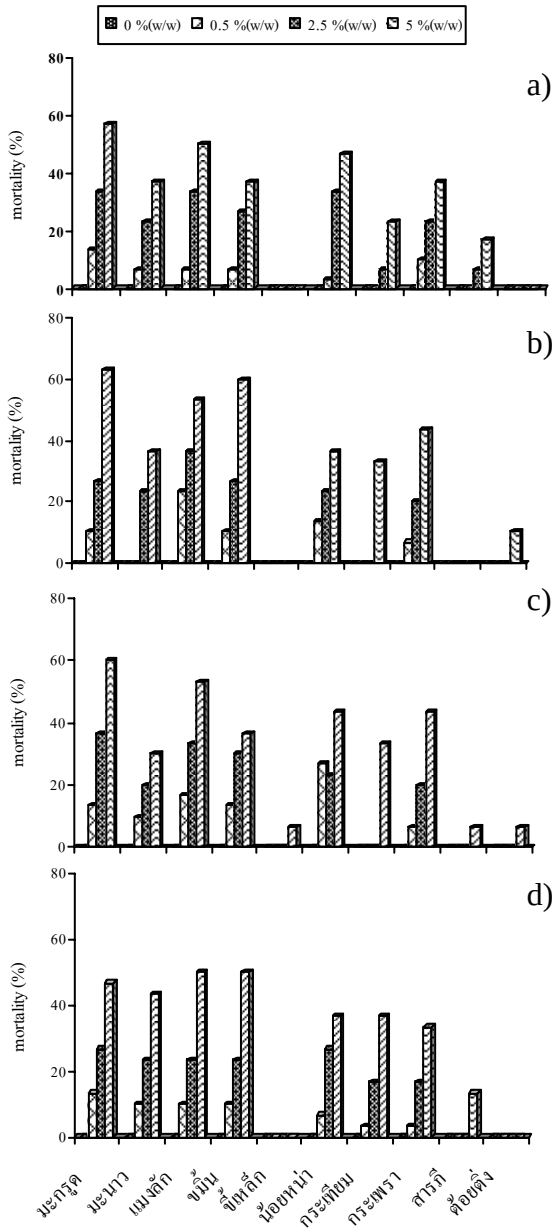


Figure 3 Mortality of ten domestic plant powder on rice weevil in a) organic brown rice, b) organic milled rice, c) brown rice and d) milled rice.

ผลของชนิดและปริมาณน้ำตาลต่อปริมาณจุลินทรีย์ของน้ำหมักลูกสมอไทย

Effects of Sugar Type and Concentration on Microbial Count of *Terminalia chebula* Retz. Fermented Liquids

สมหญิง แซ่โง้ว[1] เยาวภา ไหวพริบ[1] อนันต์ ทองทา[2] และไชยวัฒน์ ไชยสุต[3]
Saengow, S.[1], Waiprib, Y.[1], Tongta, A.[2] and Chaiyasut, C.[3]

Abstract

The effects of sugar type (White sugar; WS, and Brown sugar; BS), and concentration of sugar (0, 2, 4, 6, 8 and 10 %w/w) on microbial properties (total microbial count, total lactic acid bacteria, yeast and mold count) of *Terminalia chebula* Retz. fermented liquids, using *Lactobacillus plantarum* SK15 at 37±1ºC for 7 days, were investigated. The use of 10% w/w WS resulted in highest total microbial count ($4.87 \times 10^7 \pm 0.33$ CFU. mL^{-1}) and lactic acid bacteria ($5.05 \times 10^7 \pm 0.07$ CFU. mL^{-1}) ($p<0.05$). After 4 week storage at 4±1ºC , the use of 10% w/w WS resulted in highest total microbial count ($5.13 \times 10^3 \pm 0.12$ CFU. mL^{-1}) and lactic acid bacteria ($5.59 \times 10^3 \pm 0.32$ CFU mL^{-1}) ($p<0.05$). Furthermore, highest scores of color, odour, taste, and overall acceptability, were achieved for fermented liquid fermented with 10% w/w BS ($p<0.05$).

Keywords : lactic acid bacteria, fermented liquid, *Terminalia chebula* Retz.

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของชนิดน้ำตาล (น้ำตาลทรายขาวและน้ำตาลทรายแดง) และปริมาณน้ำตาล (0 ,2 ,4 ,6 ,8 และ 10% โดยน้ำหนัก) ต่อปริมาณจุลินทรีย์ได้แก่ จุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียแลคติก และ ยีสต์รา ของน้ำหมักลูกสมอไทย โดย *Lactobacillus plantarum* SK 15 หมักที่อุณหภูมิ 37±1°C เป็นเวลา 7 วัน พบว่าวันที่ 7 การใช้น้ำตาลทรายขาว 10% โดยน้ำหนัก ให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ($4.87 \times 10^7 \pm 0.33$ CFU. mL^{-1}) และ แบคทีเรียแลคติก ($5.05 \times 10^7 \pm 0.07$ CFU. mL^{-1}) สูงสุด ($p<0.05$) ต่อมาเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1°C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ ณ สัปดาห์ที่ 4 พบว่าการใช้น้ำตาลทรายขาว 10% โดยน้ำหนัก ให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ($5.13 \times 10^3 \pm 0.12$ CFU. mL^{-1}) และ แบคทีเรียแลคติก ($5.59 \times 10^3 \pm 0.32$ CFU. mL^{-1}) สูงสุด ($p<0.05$) ผลการวิเคราะห์ทางประสาทสัมผัสสำหรับน้ำหมักลูกสมอไทยที่เก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าการใช้น้ำตาลทรายแดง 10% โดยน้ำหนัก มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงสุด ($p<0.05$)

คำสำคัญ : แบคทีเรียแลคติก น้ำหมักพืช ลูกสมอไทย

คำนำ

น้ำหมักพืชเป็นผลิตภัณฑ์จากภูมิปัญญาชาวบ้านที่ได้จากการนำส่วนใดส่วนหนึ่งของพืชผักหรือผลไม้ ชนิดเดียวหรือหลายชนิด อาจจะสดหรือแห้ง และอยู่ในสภาพดีมาล้างให้สะอาด อาจหั่นหรือตัดแต่ง นำมาผ่านกรรมวิธีการผลิตน้ำหมักพืชในภาชนะที่ไม่ทำปฏิกิริยากับน้ำหมักพืชด้วยแบคทีเรียแลกติก (lactic acid bacteria) (สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547) ศศิธร และคณะ, (2547) ศึกษาสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์น้ำหมักพืชต่างๆ ในท้องตลาดประเทศไทยที่มีผลต่อความปลอดภัยในการบริโภค เช่น ลูกยอบ้าน มะขามป้อม เสาวรส บอระเพ็ด กระชายดำ ลำไย กล้วยระกำ เป็นต้น ทั้งนี้ยังมีพืชอื่นที่น่าสนใจ คือ ลูกสมอไทย ซึ่งเป็นไม้พื้นบ้านที่มีทั่วไปในภาคเหนือ และภาคตะวันออก นิยมบริโภคเป็นผักเช่นจิ้มน้ำพริก โดยมีสรรพคุณทางยาสมุนไพร ฝาดสมาน แก้ไข้เนื้อเสมหะ แก้ลมจุกเสียด ใช้รักษาอาการท้องเสีย แก้พิษร้อนใน กระหายน้ำ เจ็บคอ น้ำเหลืองเสียได้ (สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, 2540)

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา 169 ถ.ลงหาดบางแสน ต.แสนสุข อ.เมือง จ.ชลบุรี 20131
[1]Department of Food Sciense, Faculty of Science, Burapha University, 169 Long-Hard Bangsaen Rd, Saensook, Muang, Chonburi 20131
[2]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150
[2]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein, Bangkok 10150
[3]คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่ 239 ถ.สุเทพ ต.สุเทพ อ.เมือง จ.เชียงใหม่ 50200
[3]Faculty of Pharmacy, Chiang Mai University, 239 Suthep Rd., Muang, Chiangmai 50200

น้ำตาลจัดเป็นวัตถุดิบหลักในการผลิตผลิตภัณฑ์น้ำหมักพืช เนื่องจากเป็นสารอาหารของแบคทีเรียแลคติก โดยทั่วไปการหมักใช้ น้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายแดง ซึ่งน้ำตาลทรายขาวมีความบริสุทธิ์สูงมีซูโครสเป็นองค์ประกอบ ส่วนน้ำตาลทรายแดงมีความบริสุทธิ์ต่ำและมีความหวานมากกว่าน้ำตาลทรายขาว รวมทั้งมีองค์ประกอบอื่นๆ นอกจากซูโครส เช่น ธาตุเหล็ก แคลเซียม ฟอสฟอรัส (Sugarindia, 2006) ซึ่งเป็นสารอาหารที่จุลินทรีย์ต้องการในการเจริญจึงเป็นที่นิยมใช้มากกว่าน้ำตาลทรายขาว อย่างไรก็ตามพบว่าผลิตภัณฑ์น้ำหมักพืชที่ใช้น้ำตาลทรายแดงมีสีคล้ำกว่าผลิตภัณฑ์น้ำหมักพืชที่ใช้น้ำตาลทรายขาว (นัยทัศน์, 2547) นอกจากนี้ปริมาณน้ำตาลจัดเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งที่อาจมีผลต่อการเจริญของแบคทีเรียแลคติกและสิ่งที่แบคทีเรียแลคติกสร้างขึ้น ได้แก่ กรดแลคติกที่ควบคุมความเป็นกรดด่างและให้กลิ่นรสเฉพาะแก่ผลิตภัณฑ์

งานวิจัยนี้ศึกษาชนิดและปริมาณน้ำตาลต่อการเปลี่ยนแปลงของปริมาณจุลินทรีย์ ในกระบวนการผลิตและเก็บรักษาน้ำหมักลูกสมอไทย

อุปกรณ์และวิธีการ

เตรียมหัวเชื้อเริ่มต้นโดยนำเชื้อ *Lactobacillus plantarum* SK15 (ได้รับจากห้องปฏิบัติการ ผศ.ดร.ไชยวัฒน์ ไชยสุต คณะเภสัชศาสตร์ มหาวิทยาลัยเชียงใหม่) จากอาหารแข็ง De Man-Rogosa-Sharpe (MRS) มาเลี้ยงในอาหารเหลว MRS บ่มที่ 37$\pm$1^{o}C เป็นเวลา 24 ชั่วโมง แล้วถ่ายเชื้อจากอาหารเหลวลงในอาหารเหลว MRS บ่มที่ 37$\pm$1°C

ศึกษาผลของน้ำตาล 2 ชนิด ได้แก่ น้ำตาลทรายขาว และน้ำตาลทรายแดง และปริมาณน้ำตาลที่ระดับความเข้มข้น 0 2 4 6 8 และ 10 %โดยน้ำหนัก โดยใช้อัตราส่วนของปริมาณลูกสมอไทยและน้ำเท่ากับ 3:10 นำเข้าสู่กระบวนการหมักน้ำหมักพืช โดยผสมวัตถุดิบทั้งหมด (ลูกสมอไทย น้ำตาล และน้ำ) คนให้น้ำตาลละลาย ปรับค่าความเป็นกรดด่างให้เท่ากับ 6 ด้วยสารละลายโซเดียมไฮดรอกไซด์ 5 M ฆ่าเชื้อที่อุณหภูมิ 121 ^{o}C นาน 15 นาที ปิดฝาให้สนิท แช่น้ำแข็งทันที ทิ้งให้เย็นแล้วเติมหัวเชื้อเริ่มต้น ให้มีความเข้มข้นของเชื้อในน้ำหมักเริ่มต้นอย่างน้อย 10^{8} CFU/ml จากนั้น หมักที่อุณหภูมิ 37$\pm$1^{o}C เป็นเวลา 7 วัน เก็บตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ในวันที่ 0 1 2 3 4 5 6 และ 7 นำไปเก็บที่อุณหภูมิ 4$\pm$1 ^{o}C เป็นเวลา 4 สัปดาห์โดยเก็บตัวอย่างตรวจวิเคราะห์ในสัปดาห์ที่ 1 2 3 และ 4 วิเคราะห์ปริมาณจุลินทรีย์ได้แก่ ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด ปริมาณแบคทีเรียแลคติก ปริมาณยีสต์รา และนำตัวอย่างน้ำหมักลูกสมอไทยที่เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4$\pm$1°C เป็นเวลา 4 สัปดาห์มาทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส โดยเลือกตัวอย่างที่มีปริมาณน้ำตาล 0 % โดยน้ำหนัก (ตัวอย่างควบคุม) 2 6 และ 10 % โดยน้ำหนัก มาทดสอบทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบ 9 Point-Hedonic scale (9 = ชอบมากที่สุด 1 = ไม่ชอบที่สุด) เพื่อทดสอบลักษณะทางประสาทสัมผัสในด้านสี กลิ่น รสชาติ และการยอมรับโดยรวมโดยใช้ผู้ทดสอบ 30 คน

วางแผนการทดลองแบบ Factorial ที่ระดับ 2x6 ทำการทดลอง 3 ซ้ำ วิเคราะห์ความแปรปรวน (Analysis of variance; ANOVA) โดยใช้โปรแกรมสำเร็จรูป SPSS version 11.01 สำหรับการทดสอบทางด้านประสาทสัมผัส วางแผนการทดลองแบบ Randomized Completely Block Design (RCBD) เปรียบเทียบความแตกต่างค่าเฉลี่ยทางสถิติโดยใช้ Duncan's New Multiple Range Test ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 %

ผล

ผลของชนิดและปริมาณน้ำตาลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียแลคติก และยีสต์รา ในน้ำหมักลูกสมอไทยโดย *Lactobacillus plantarum* SK 15 หมักที่อุณหภูมิ 37±1 ^{o}C เป็นเวลา 7 วัน พบว่าเมื่อเวลาในการหมักนานขึ้นปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Figure 1) และแบคทีเรียแลคติก (Figure 2) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) และหลังจากเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 ^{o}Cเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าเมื่อเวลาในการเก็บนานขึ้นมีผลทำให้ปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด (Figure 3) และแบคทีเรียแลคติก (Figure 4) ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$) โดยไม่พบยีสต์ รา ในระหว่างการหมักและการเก็บรักษา (ไม่ได้แสดงผล)

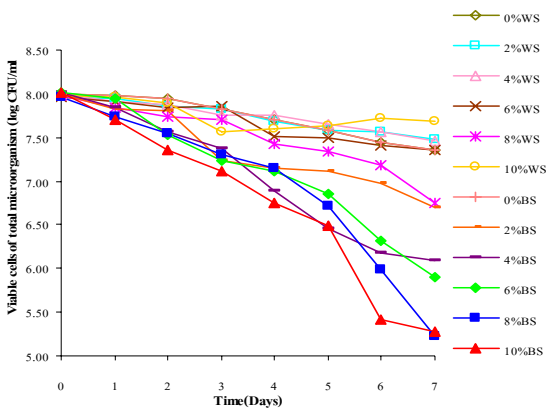


Figure 1 The effects of sugar type and concentration on total microbial count of *Terminalia chebula* Retz. fermented liquids at 37± 1 ºC for 7 days.

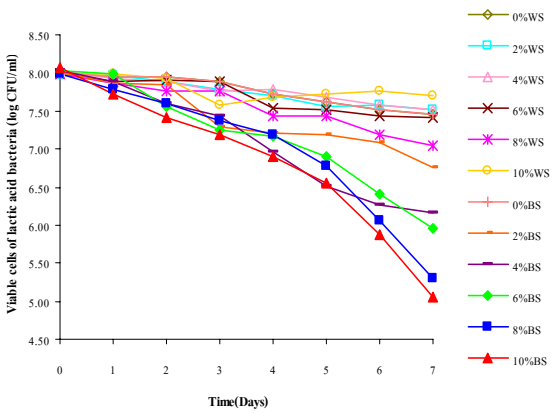


Figure 2 The effects of sugar type and concentration on lactic acid bacteria of *Terminalia chebula* Retz. fermented liquids at 37± 1 ºC for 7 days.

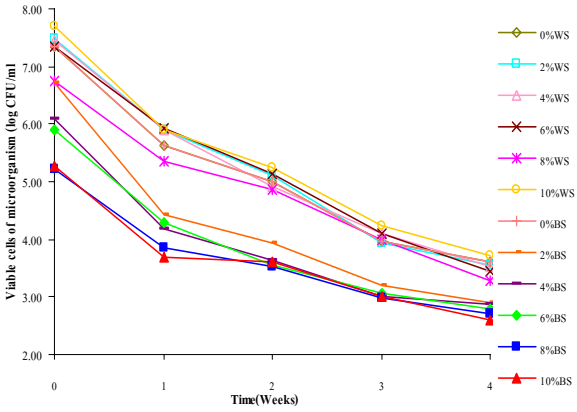


Figure 3 The effects of sugar type and concentration on total microbial count of *Terminalia chebula* Retz. fermented liquids storage at 4± 1 ºC for 4 weeks.

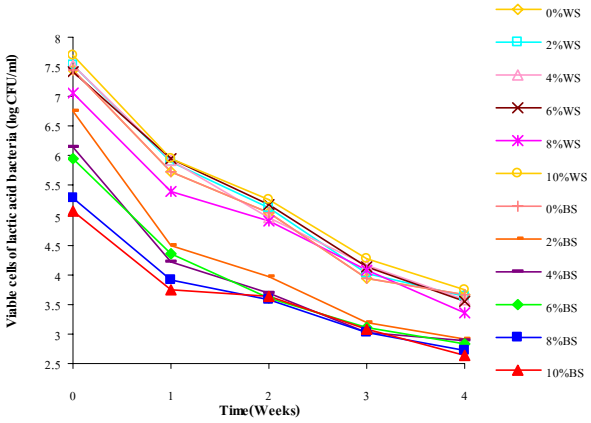


Figure 4 The effects of sugar type and concentration on lactic acid bacteria of *Terminalia chebula* Retz. fermented liquids storage at 4± 1 ºC for 4 weeks.

ผลการทดสอบทางประสาทสัมผัสของน้ำหมักลูกสมอไทยหลังการเก็บรักษาเป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าการใช้น้ำตาลทรายแดง 10% โดยน้ำหนัก มีคะแนนความชอบด้านสี กลิ่นรส รสชาติ และความชอบโดยรวมสูงสุดอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) (ไม่ได้แสดงผล)

วิจารณ์ผล

ผลของชนิดและปริมาณน้ำตาลต่อปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด แบคทีเรียแลคติก และยีสต์รา ในน้ำหมักลูกสมอไทยโดย *L. plantarum* SK 15 หมักที่อุณหภูมิ 37±1 °C เป็นเวลา 7 วัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ พบว่าชนิดและปริมาณน้ำตาลมีผลต่อการลดลงของปริมาณจุลินทรีย์ทั้งหมด และปริมาณแบคทีเรียแลคติก แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญ ($p<0.05$ ทั้งนี้การลดลงของปริมาณจุลินทรีย์อาจเกิดจากในน้ำลูกสมอไทยมีสภาวะที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญของจุลินทรีย์ เช่นอาจมีสารยับยั้งการเจริญเติบโตของจุลินทรีย์ในน้ำลูกสมอไทย เนื่องจากสมอไทยมีสรรพคุณทางยา เนื้อลูกสมอมีรสฝาดเปรี้ยว มีแทนนิน (tannin)ในปริมาณสูงโดยอาจมีมากถึง 46% (สวนพฤกษศาสตร์คลองไผ่, 2550) โดยพบในรูป hydrosable tanninในกลุ่ม

ellagitannin เป็นสารประกอบประเภท polyphenol ที่ประกอบด้วย hexahydroxy diphenic acid หรือ modified form เช่น chebulic acid และdehydrohexahydroxydiphenic acid เป็นต้น (พีรศักดิ์, 2544) มีรายงานฤทธิ์ในการยับยั้งและทำลายแบคทีเรียของสารสกัดจากลูกสมอไทยโดย Sato และคณะ, (1997) พบว่าสารสกัดจากเอทานอลจากลูกสมอไทยสามารถยับยั้ง *Staphylococcus aureus* ที่ดื้อต่อยา methicilin ซึ่งเป็นแบคทีเรียก่อโรคแกรมบวกได้ ต่อมา Malekzadeh และคณะ, (2001) ศึกษาการออกฤทธิ์ของสารสกัดด้วยน้ำ อีเทอร์และแอลกอฮอล์จากลูกสมอไทยในการยับยั้งแบคทีเรีย *Helicobacter pylori* ที่ก่อโรคในทางเดินอาหาร และแบคทีเรียอื่นๆ โดยพบว่าสารสกัดด้วยน้ำจากลูกสมอไทยมีฤทธิ์ในการต้านแบคทีเรียดังกล่าวได้ อย่างไรก็ตามยังไม่พบรายงานวิจัยอื่นที่เกี่ยวกับฤทธิ์ต้านแบคทีเรียแลคติกจากสารสกัดจากพืช

สรุปผล

ชนิดและปริมาณน้ำตาลมีผลต่อปริมาณจุลินทรีย์ ของน้ำหมักลูกสมอไทย ที่หมักที่อุณหภูมิ 37±1 °C เป็นเวลา 7 วัน และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4±1 °C เป็นเวลา 4 สัปดาห์ แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$) ส่งผลต่อคุณภาพและการยอมรับของผลิตภัณฑ์แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p<0.05$)

เอกสารอ้างอิง

นัยทัศน์ ภู่ศรัณย์, 2547, เวทีพิจารณ์แนวทางการวิจัยและพัฒนาผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพในประเทศไทยใน ไชยวัฒน์ ไชยสุต (บรรณาธิการ), มาตรฐานและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพเพื่อการบริโภค. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

ศศิธร ศิริลุน, สุชาติ ปันจัยสีห์ และ ไชยวัฒน์ ไชยสุต, 2547, คุณสมบัติทางชีวภาพของผลิตภัณฑ์น้ำหมักพืชในท้องตลาดประเทศไทยที่มีผลต่อความปลอดภัยในการบริโภคใน ไชยวัฒน์ ไชยสุต (บรรณาธิการ), มาตรฐานและความปลอดภัยของผลิตภัณฑ์น้ำหมักชีวภาพเพื่อการบริโภค. สำนักงานพัฒนาวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งชาติ.

สวนพฤกษศาสตร์คลองไผ่, 2550, สมอไทย. [สืบค้น], http://dongdib.com/kp_bot_garden/samorthai.htm [19/ March/ 07].

สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, 2540, สมอไทย, ใน มาโนช วามานนท์ และ เพ็ญนภา ทรัพย์เจริญ (บรรณาธิการ), ผักพื้นบ้าน: ความหมายและภูมิปัญญาของสามัญชนไทย, สำนักงานคณะกรรมการสาธารณสุขมูลฐาน, กระทรวงสาธารณสุข, พิมพ์ครั้งที่ 2, กรุงเทพฯ

สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม, 2547, มาตรฐานผลิตภัณฑ์ชุมชนน้ำหมักพืช (มผช. 481/2547)

พีรศักดิ์ วรสุนทโรสถ, 2544, ทรัพยากรพืชในภูมิภาคเอเชียตะวันออกเฉียงใต้ 3 พืชที่ให้สีย้อมและแทนนิน. สถาบันวิจัยวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีแห่งประเทศไทย(วท.), ห้างหุ้นส่วนจำกัด โรงพิมพ์ชวนพิมพ์, กรุงเทพฯ, หน้า 13, 15-36, 39-42

Sugarindia, 2006, Muscovado sugar. [Online], Available: http://www.sugarindia.com/mus.htm [December 20, 2006].

Malekzadeh, F., Ehsanifar, H., Shahamat, M., Levin, M. and Colwell, R. R., 2001, Antibacterial activity of black myrobalan (*Terminalia Chebula* Retz.) against *Helicobacter pylori*, antimicrobial agents.18: 85-88.

Sato, Y., Oketani, H., Singyouchi, K., Ohtsubo, T., Kihara, M., Shibata, H. and Higuti, T., 1997, Extraction and purification of effective antimicrobial constituents of *Terminalia chebula* Retz. against methicillin-resistant Staphylococcus aureus., Biology Pharm Bull, 20(4): 401.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 275-278 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 275-278 (2550)

อิทธิพลของรังสีแกมมาต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของแก้วมังกร

Effect of gamma ray on sensory evaluated quality of dragon fruit

ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1] ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์[1]
วณิช ลิ่มโอภาสมณี[2] สุชาดา เสกสรรวิริยะ[2] ประพนธ์ ปราณโสภณ[2] และ ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์[2]
Laohakunjit, N.[1], O. Kerdchoechuen[1], S. Photchanachai[1], A. Uthairatanakit[1], P. Jitareerat[1],
W. Limohpasmanee[2], S. Segsarnviriya[2], P. Pransopon[2] and T. Kongratarpon[2]

Abstract

Effect of gamma radiation at 0, 300, 600 and 900 Gy on sensory evaluation of dragon fruits was observed by using 12 semi trained panelists. The potential of the gamma irradiation for the oriental fruit fly quarantine treatment could be affected on quality of sweet aroma, fruit firmness, sweetness, sourness, and overall acceptance. After treated with gamma ray for 5 days, results shown that irradiated fruit received a higher score of sweet aroma, firmness, sweetness and overall acceptance, compared with the control or non-treated with gamma ray. However, sourness and color qualities of treated fruits have received lower score than the control. The sensory score of the treated fruits was decreasing after kept longer than 5 days. The irradiation with 300 Gy affected the fruit appearance and the sensory evaluation than the higher concentration of gamma ray and the control. For color evaluation of the fruit, it was found that peel and bract color, physical appearance (wilting) and overall acceptance of the treated fruits had less score than the control at all storage intervals of 5, 10, 15 and 20 days.

Keyword : gamma radiation, dragon fruit, sensory evaluation

บทคัดย่อ

ผลของรังสีแกมมา 4 ระดับ คือ 0, 300, 600 และ 900 Gy ต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลแก้วมังกร โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝนจำนวน 12 คน พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความหอม ความแน่นเนื้อ ความหวาน และความชอบโดยรวมของแก้วมังกรฉายรังสีมากกว่า control แต่คะแนนความเปรี้ยว และสีของเนื้อของแก้วมังกรฉายรังสีได้รับคะแนนน้อยกว่า ในวันที่ 5 หลังการฉายรังสี หลังจากนั้นคะแนนความหอม และความชอบโดยรวมของเนื้อแก้วมังกรฉายรังสีลดลง ซึ่งแก้วมังกรฉายรังสี 300 Gy ได้รับคะแนนทางด้านประสาทสัมผัสดีกว่าการฉายรังสีความเข้มข้นสูง และแก้วมังกร control ตลอดการเก็บรักษานาน 20 วัน สำหรับคะแนนของเปลือกแก้วมังกรฉายรังสี พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของสีเปลือก สีของ bract ลักษณะปรากฏ (ความเหี่ยว) และความชอบโดยรวมของแก้วมังกรฉายรังสีต่ำกว่าแก้วมังกร control ตลอดการทดลองของวันที่ 5, 10, 15 และ 20

คำสำคัญ: รังสีแกมมา, แก้วมังกร, คุณภาพทางประสาทสัมผัส

คำนำ

แก้วมังกรเป็นผลไม้ที่มีบทบาทต่อประเทศไทยมากยิ่งขึ้น เนื่องจากมีรสชาติและมีคุณค่าทางอาหารสูง อย่างไรก็ตามแก้วมังกรมีอายุการวางจำหน่ายสั้น อีกทั้งมีแมลงและโรคพืชปนมาด้วย การฉายรังสีจึงเป็นวิธีที่ปลอดภัยในการควบคุมศัตรูพืชโดยเฉพาะแมลงวันผลไม้ (fruit fly) และสามารถยืดอายุการเก็บรักษาของผักและผลไม้ได้ (Thayer และ Rajkowski, 1999) ซึ่งสามารถใช้รังสีกับผักและผลไม้ได้สูงถึง 1.0 KGy แต่การฉายรังสีอาจมีผลกระทบต่อคุณภาพของผลิตผลทางการเกษตร (Massey และคณะ, 1964, Maxie และ Abdel-Kader, 1966, Bhushan และ Thomas, 1998) ซึ่งมีรายงานว่าการฉายรังสีมีผลต่อกลิ่นและรสชาติของพืชผลทางการเกษตร เช่น เห็ด shitake ฉายรังสีทำให้กลิ่นรสชาติเปลี่ยน (Lia และคณะ, 1994)

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน ถนนเทียนทะเล กรุงเทพฯ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkuntein Campus, Bangkok 10150
[2]สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ ถนนวิภาวดี เขตจตุจักร กรุงเทพฯ 10900
[2]The Atom for Peace, Vipavadee Rd., Jatujak, Bamgkok 10900

เช่นเดียวกับขิงฉายรังสี (Wu และคณะ, 1994) ส้ม (Braddock และคณะ, 1970; Wood และคณะ, 1992) มะเขือเทศ (Aboul-Enein และคณะ, 1983) สาลี (Ogata และคณะ, 1968) และแอปเปิลพันธุ์ Gala (Fan และคณะ, 2001) ดังนั้นการศึกษานี้เน้นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงรสชาติของแก้วมังกรฉายรังสี เพื่อนำมาเป็นแนวทางในการประยุกต์สำหรับยืดอายุผลิตผลการเกษตรฉายรังสีต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

นำผลแก้วมังกรที่แก่ทางสรีรวิทยา (physiological maturity)จากสวนเกษตรกรในอำเภอบ้านแพ้ว จังหวัดสมุทรสาคร คัดเลือกผลที่มีความสม่ำเสมอ ทำความสะอาดและผึ่งให้แห้งก่อนนำไปฉายรังสีแกมมา 0, 300, 600 และ 900 Gy ณ สำนักงานปรมาณูเพื่อสันติ หลังจากนั้นนำมาวิเคราะห์ ณ ห้องปฏิบัติการคณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี (บางขุนเทียน) นำไปเก็บในที่อุณหภูมิ 10 เซลเซียส นาน 15 วัน ติดตามผลการเปลี่ยนของรสชาติในวันที่ 1, 5,10 และ 15 หลังการฉายรังสี โดยใช้ผู้ทดสอบกึ่งฝึกฝน (semi-trained panelists) จำนวน 12 คน โดยใช้แบบสอบถาม hedonic score โดยกำหนดคะแนนจาก 1-5 จากนั้นจะนำคะแนนที่ได้จากผู้ทดสอบทั้งหมดมาหาค่าเฉลี่ย และวิเคราะห์ทางสถิติต่อไป

ผลและวิจารณ์ผล

จากการศึกษาอิทธิพลของรังสีแกมมา 4 ระดับ คือ 0, 300, 600 และ 900 Gy ที่มีผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลแก้วมังกร พบว่าหลังการฉายรังสี 5 วันผู้ทดสอบให้คะแนนความหอม ความแน่นเนื้อ ความหวาน และความชอบโดยรวมของแก้วมังกรฉายรังสีมากกว่าแก้วมังกรที่ไม่ฉายรังสี (Figure 1a) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ Gladon และคณะ (1997) พบว่าการฉายรังสีที่ปริมาณ 600 kGy สามารถยับยั้งการสุกของมะม่วงน้ำดอกไม้ที่เก็บที่อุณหภูมิ 13 องศาเซลเซียสได้ ซึ่งความแก่ของผลและปริมาณรังสีมีผลต่อความแน่นเนื้อของมะม่วงน้ำดอกไม้ขึ้นอยู่กับอุณหภูมิที่เก็บรักษา เช่นเดียวกับมะละกอที่ผ่านการฉายรังสีจะมีความแน่นเนื้อมากกว่ามะละกอที่ยังไม่ผ่านการฉายรังสี (D'Innocenzo และ Lajolo, 2001) แต่คะแนนความเปรี้ยว และสีของเนื้อแก้วมังกรฉายรังสีได้รับคะแนนน้อยกว่า (Figure 1a) แต่หลังจากฉายรังสีเป็นเวลา 10, 15 และ 20 วันสีของเนื้อแก้วมังกรที่ฉายรังสีได้คะแนนมากกว่าแก้วมังกรที่ไม่ฉายรังสี (Figure 1b, c และ d) เนื่องมาจากการฉายรังสีสามารถช่วยชะลอการเน่าเสียของผลไม้ได้ (ดนัย, 2549) ส่งผลให้สีของเนื้อแก้วมังกรเป็นที่พอใจของผู้ทดสอบมากกว่า ส่วนหลังจากวันที่ 5 คะแนนความหอมและความเปรี้ยวจะน้อยกว่าแก้วมังกรที่ไม่ฉายรังสี ซึ่งแก้วมังกรที่ฉายรังสี 300 Gy ได้รับคะแนนความชอบทางด้านประสาทสัมผัสดีกว่าแก้วมังกรที่ไม่ฉายรังสีและแก้วมังกรที่ฉายรังสี 900 Gy ตลอดระยะเวลาการเก็บรักษานาน 20 วัน (Figure 1a, b, c และ d)

สำหรับคะแนนของเปลือกแก้วมังกรฉายรังสี พบว่า ผู้ทดสอบให้คะแนนความชอบของสีเปลือก สีของ bract ลักษณะปรากฏ (ความเหี่ยว) และความชอบโดยรวมของแก้วมังกรฉายรังสีต่ำกว่าแก้วมังกร control ตลอดการทดลองของวันที่ 5, 10, 15 และ 20 ทั้งนี้เพราะรังสีแกมมามีผลทำให้เปลือกของผลไม้เกิดความเสียหายได้ (Burditt และคณะ, 1981)

สรุปผล

แก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีแกมมา 4 ระดับ คือ 0, 300, 600 และ 900 Gy และเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 10 องศาเซลเซียส นาน 20 วัน พบว่าส่งผลต่อคุณภาพทางประสาทสัมผัสของผลแก้วมังกร โดยแก้วมังกรที่ผ่านการฉายรังสีมีความหอม ความแน่นเนื้อ ความหวาน และสีของเนื้อที่ดีกว่าแก้วมังกรที่ไม่ผ่านการฉายรังสี ซึ่งความเข้มข้นของรังสีแกมมาที่เหมาะสมที่สุดคือ 300 Gy

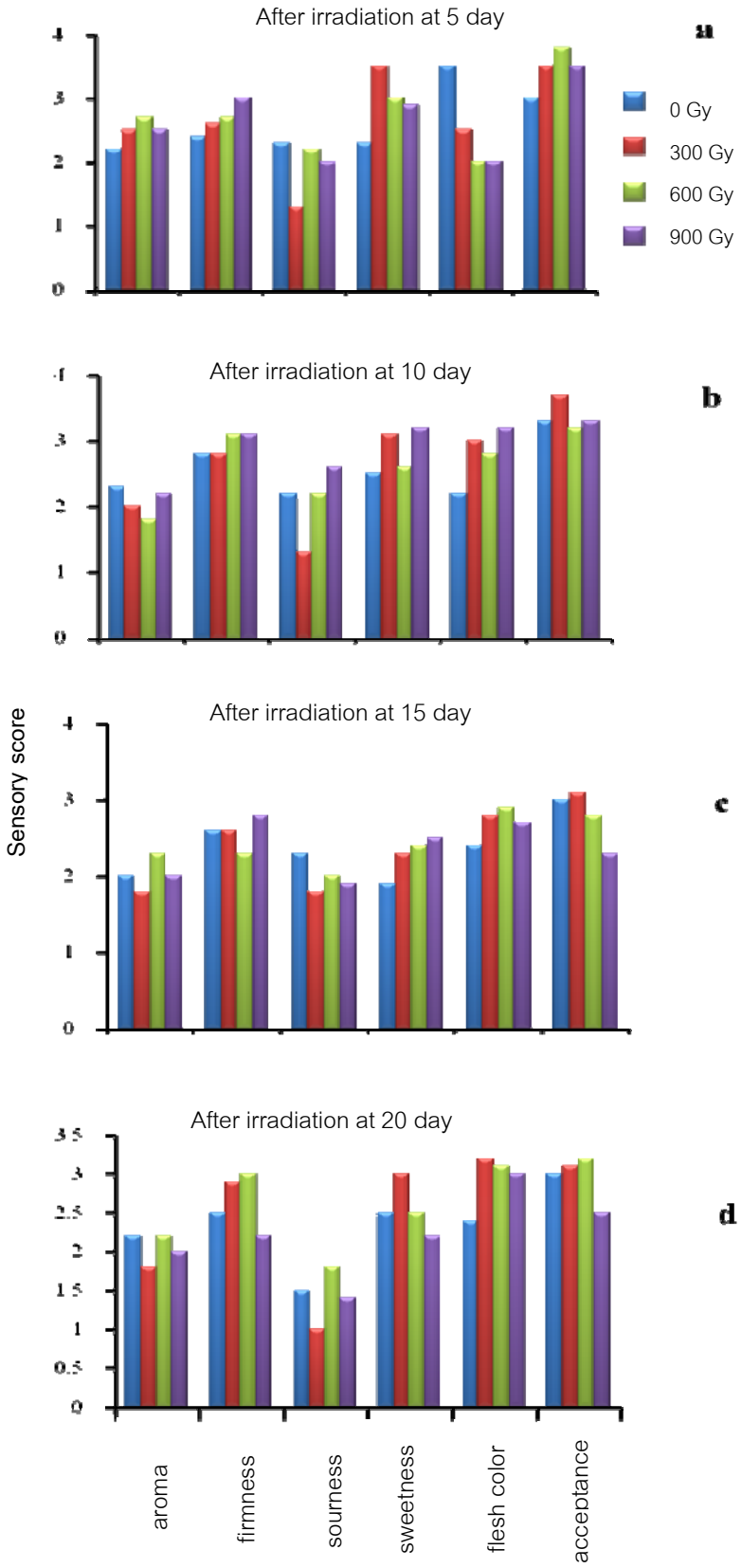


Figure 1 Effect of gamma irradiation on sensory evaluated quality of a) 5 day b) 10 day c) 15 day and d) 20 day of dragon fruit.

เอกสารอ้างอิง

ดนัย บุณยเกียรติ, 2549, โรคหลังเก็บเกี่ยวของผักและผลไม้, โอเดียนสโตร์, กรุงเทพมหานคร.

Aboul-Enein, A. M., Salem, H. M. and Zaharan, N. N., 1983, Effect of gamma irradiation on mango volatiles during ripening, Chem. Mikrobil. Technol. Lebensm., 8: 60-63.

Bhushan, B. and Thomas, P., 1998, Quality of apples following gamma irradiation and cold storage, International Journal of Food Science and Nutrient, 19: 485-492.

Braddock, R. j. Wolford, R. W., Dennison, R. A., Ahmed, E. M., 1970, Irradiation induced changes in the volatile constituents of Valencia oranges, Journal of the American Society for Horticultural Science 95: 437-441.

Burditt, A. K., Jr. Moshonas, M. G., Hatton, T. T., Spalding, D. H. and Windeguth, D. L., 1981, Low-dose irradiation as treatment for grapefruit and mangoes infested with caribbean fruit fly larvae, Agricultural Research Sevice, United States Department of Agriculture, 9pp.

D'Innocenzo, M. and Lajolo, F. M. 2001, Effect of gamma irradiation on softening changes and enzyme activities during ripening of papaya fruit, Journal of Food Biochemistry, 5: 425-438.

Fan, X., Argenta, L., and Mattheis, J., 2001, Impacts of ionizing radiation on volatile production by ripening Gala apple fruit, Journal Agricultural of Food Chemical, 49: 254-262.

Gladon, R. J., Reitmeier, C. A., Gleason, M. L., Nonnecke, G. R., Agnew, N. H. and Olsen, D. G., 1997, Irradiation of horticultural crops at Iowa State University, Horticultural Science, 80: 1169-1175.

Lia, C. L., Yang, J. S., and Liu, M. S., 1994, Effects of irradiation on the flavour of dry shitake (*Lentinus edodes* Sing), Journal of the Science of Food and Agriculture, 64: 19-22.

Massey, L. M., Parson, G. F., and Smock, R. M., 1964, Radiation processing of foods: Some effects of gamma radiation on the keeping quality of apples, Journal of Agricultural and Food Chemistry, 12: 268-274.

Maxie, E. C., and Abdel-Kader, A., 1966, Food irradiation - physiology of fruits as related to feasibility of the technology, Advance in Food and Nutrition Research, 15: 105-145.

Ogata, K., Chachin, K., Kato, K., and Yamanaka, H., 1968, Studies on maturation changes in fruits induced by ionizing radiation IV, Effects of gamma radiation on after-ripening of pears, Food Irradiat. 3:138-143.

Thayer, D. W., and Rajkowski, K. T., 1999, New development in irradiation of fresh fruits and vegetables, Food Technology, 53: 62-65.

Wood, A. F., Mitchell, G. E. McLauchlan, R. L. and Ham-Merton, K., 1992, The influence of low dose irradiation on volatile consitutents of Imperial and Ellendale mandarin, Food Australia, 44:12-135.

Wu, J. J, and Yang, J. S., 1994, Effects of irradiation on volatile compounds of ginger rhizome (*Zingiber officinale* Roscoe), Journal of Agricultural and Food Chemistry, 42: 2574-2577.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 279-282 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 279-282 (2550)

ผลของความเข้มข้นออกซิเจนต่อการเปลี่ยนแปลงทางเคมีกายภาพของใบชาแปรรูปพันธุ์อัสสัมระหว่างเก็บรักษา

Effect of Oxygen Concentrations on Physico-Chemical Properties Changes of Processed Assam tea (*Camellia sinensis* var. assamica (Mast).) during Storage

เอกชัย สินศรีอนันต์[1] อภิรดี อุทัยรัตนกิจ[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] สายลม สัมพันธ์เวชโสภา[2]
Sinsrianan, E.[1] Uthairatanakij, A.[1] Laohakunjit, N.[1] and Sampanvejsobha, S.[2]

Abstract

The effect of oxygen concentrations at 2.5, 5, 10% or 100% N_2 on physico-chemical properties changes of processed Assam tea leaves (*Camellia sinensis* var. assamica (Mast).) during storage for 26 day at 25°C was studied. It was found that the contents of polyphenol, epigallocatechin gallate (EGCG), free-fatty acid and β-Carotene showed no significant at 95 % of among treatments. However, the higher concentration of oxygen tended to decrease contents of polyphenol, epigallocatechin gallate (EGCG) and free-fatty acid. Moreover, the concentration of oxygen and storage time had no statistical effect on moisture content and β-Carotene content ($p \geq 0.05$)

Keywords : EGCG, polyphenol, free-fatty acid, β-Carotene

บทคัดย่อ

การศึกษาผลของออกซิเจนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 0 (ไนโตรเจนที่ระดับความเข้มข้นร้อยละ 100), 2.5, 5 และ 10 ต่อการเปลี่ยนแปลงใบชาแปรรูปพันธุ์อัสสัมระหว่างการเก็บรักษาในถุงอลูมิเนียมฟอยส์ เป็นเวลา 26 วัน ที่อุณหภูมิ 25°C พบว่าความเข้มข้นของออกซิเจนไม่มีผลทำให้ปริมาณโพลีฟีนอล ปริมาณ epigallocatechin gallate (EGCG) และปริมาณกรดไขมันอิสระแตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญที่ระดับความเชื่อมั่นที่ร้อยละ 95 แต่ความเข้มข้นออกซิเจนที่เพิ่มขึ้นมีแนวโน้มทำให้ปริมาณโพลีฟีนอล ปริมาณ epigallocatechin gallate (EGCG) และปริมาณกรดไขมันอิสระลดลง นอกจากนี้ความเข้มข้นของออกซิเจน และระยะเวลาเก็บรักษาไม่มีผลทำให้ปริมาณความชื้น และปริมาณเบต้าแคโรทีนแตกต่างกันทางสถิติ ($p > 0.05$) ระหว่างชุดการทดลอง

คำสำคัญ : EGCG โพลีฟีนอล กรดไขมันอิสระ เบต้าแคโรทีน

คำนำ

สารต้านอนุมูลอิสระ (Antioxidant) ส่วนใหญ่เป็นสารในกลุ่มของสารประกอบฟีนอล ในชาส่วนใหญ่อยู่ในกลุ่มของ catachin สารต้านอนุมูลอิสระที่สำคัญและมีประสิทธิภาพมากที่สุดในชา คือ (-)-epigallocatechin-3-gallate (EGCG) เนื่องจาก EGCG เพราะเป็นตัวให้อิเล็กตรอนในโครงสร้างของ hydrogen radical ได้ดี (Koketsu, 1997) กรดไขมันไม่อิ่มตัว (Polyunsaturated fatty acid) เป็นตัวจำแนกตัวนำของ C_6 aldehyde และ alcohols ในชา (Sekiya, Numa, Kajiwara และ Hatanaka, 1976) และ β-carotene ในชาถูกออกซิเดชันแล้วได้สาร β-cyclocitral และ β-ionone (Sanderson และ Gonzalez, 1971) กลิ่นที่ได้มาเกิดจากการเปลี่ยนแปลงชีวเคมีของสารประกอบกลิ่นรส ในกระบวนการการผลิตใบชาแห้งเมื่อผลิตเสร็จแล้วจะมีการผึ่งลมให้เย็น จากนั้นจะมีการบรรจุลงในถุงพลาสติกเพื่อรอการจำหน่าย จากการสำรวจพบว่าชาที่ผลิตมาแล้วสามารถจำหน่ายได้หมดภายใน 3-15 วัน ดังนั้นการศึกษาการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของใบชาภายหลังการผลิต และเก็บ

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนเทียนทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-knam, Bangkhuntein Bangkok 10150
[2]คณะอุตสาหกรรมเกษตร มหาวิทยาลัยแม่ฟ้าหลวง 333 หมู่ 1 ต.ท่าสุด อ.เมือง จ.เชียงราย 57100
[2]School of Ago-Industry, Mae Fah Luang University, 333 Moo1, Thasud, Muang, Chiang Rai 57100

รักษาเป็นสิ่งจำเป็น เพื่อรักษาไว้ซึ่งคุณภาพของใบชาวัตถุประสงค์ของงานวิจัยนี้เพื่อศึกษาผลของความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจน ต่อคุณภาพทางเคมีกายภาพของใบชาแปรรูปพันธุ์อัสสัมระหว่างเก็บรักษา

อุปกรณ์และวิธีการ

นำใบชาพันธุ์อัสสัมแปรรูปแบบอู่หลง จากบริษัท วังพุดตาล จำกัด อำเภอแม่ฟ้าหลวง จังหวัดเชียงรายบรรจุในถุง Laminate แบบสุญญากาศ ขนส่งมายังมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน นำมาคัดเลือกแล้วแบ่งตามชุดการทดลองดังนี้ ชุดการทดลองที่ 1 เก็บรักษาที่ความเข้มข้นของก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 100 ชุดการทดลองที่ 2 เก็บรักษาที่ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนร้อยละ 2.5 และก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 97.5 ชุดการทดลองที่ 3 เก็บรักษาที่ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนร้อยละ 5 และก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 95 และชุดการทดลองที่ 4 เก็บรักษาที่ความเข้มข้นของก๊าซออกซิเจนร้อยละ 10 และก๊าซไนโตรเจนร้อยละ 90 วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์จำนวน 3 ซ้ำ โดยแต่ละซ้ำใช้ใบชาประมาณจำนวน 35 กรัมต่อถุง (laminate foil) เก็บรักษาที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ทำการตรวจสอบผลทุก 7 วัน ตลอดการทดลอง 26 วัน

ผล

Table 1 Effects of oxygen concentrations on moisture content changes of processed Assam tea storage at 25°C

Treatment	% Moisture Content					F-test	C.V. (%)
	Days of storage						
	0	5	11	19	26		
100% Nitrogen	1.3367	1.3967^{b}	1.5100	1.7033	1.6167	NS	12.60
2.5% Oxygen	1.3367	1.3200^{b}	1.6367	1.4733	1.3300	NS	10.24
5% Oxygen	1.3367	1.4433^{b}	1.6400	1.4000	1.5533	NS	7.55
10% Oxygen	1.3367	1.6333^{a}	1.6967	1.4067	1.4133	NS	13.34
F-test	-	*	NS	NS	NS		
CV (%)	-	6.22	14.77	12.77	12.81		

จาก Table1 แสดงให้เห็นว่าความเข้มข้นของออกซิเจนและระยะเวลาการเก็บรักษาไม่ผลต่อปริมาณความชื้นของใบชาแปรรูปอัสสัม ($p \geq 0.05$) บรรจุภัณฑ์ที่ใช้มีอัตราการซึมผ่านของน้ำน้อยหรือไม่มีเลย ยกเว้นวันที่ 5 ของการเก็บรักษา โดยใบชาที่บรรจุด้วยออกซิเจนร้อยละ 10 มีค่าร้อยละของปริมาณความชื้นสูงที่สุดเท่ากับร้อยละ 1.6333 และมีความแตกต่างทางสถิติกับชุดการทดลองอื่นๆ ($p \leq 0.05$) และใบชาเก็บในสภาพออกซิเจนร้อยละ 2.5 มีปริมาณความชื้นต่ำที่สุดเท่ากับ 1.3200

Table 2 Effects of oxygen concentrations on polyphenol changes of processed Assam tea during storage at 25°C

Treatment	Polyphenol (mg/g dry weight)					F-test	C.V. (%)
	Days of storage						
	0	5	11	19	26		
100% Nitrogen	2.9682	2.2010	2.1464	1.9421	1.9158	NS	15.71
2.5% Oxygen	2.9682	1.9214	2.2891	1.7084	1.8153	NS	18.28
5% Oxygen	2.9682^{A}	2.2091^{B}	2.0500^{B}	1.5081^{C}	1.5933^{C}	**	11.50
10% Oxygen	2.9682^{A}	2.1484^{B}	2.4237^{AB}	1.5744^{C}	1.4126^{C}	**	14.19
F-test	-	NS	NS	NS	NS		
CV (%)	-	16.44	11.87	16.79	19.92		

จาก Table 2 แสดงให้เห็นว่าใบชาที่เก็บรักษาที่สภาวะต่างๆ มีปริมาณโพลีฟีนอลไม่แตกต่างกันทางสถิติระหว่างการเก็บรักษา ($p \geq 0.05$) แต่ในชาที่เก็บในสภาวะที่มีปริมาณออกซิเจนร้อยละ 5 และ 10 มีปริมาณโพลีฟีนอลลดลงเมื่อเก็บรักษา

นานขึ้น ในขณะที่ใบชาทำการเก็บรักษาในสภาวะที่มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 100 หรือออกซิเจน ร้อยละ 2.5 มีปริมาณโพลีฟีนอลลดลงจากวันเริ่มต้นของการเก็บรักษาแต่ไม่มีความแตกต่างกันทางสถิติ เมื่อสิ้นสุดการเก็บรักษาในวันที่ 26 พบว่าในชาเก็บในสภาพวะที่มีไนโตรเจนร้อยละ 100 มีปริมาณโพลีฟีนอลสูงสุดเท่ากับ 1.9148 ส่วนใบชาที่เก็บในออกซิเจนร้อยละ 10 มีปริมาณโพลีฟีนอลต่ำสุด 1.4126 mg/g dry weight

Table 3 Effects of oxygen concentrations on epigallocatechin gallate changes of processed Assam tea during storage at 25°C

Treatment	Epigallocatechin gallate (g/100g dry weight)					F-test	C.V. (%)
	Days of storage						
	0	5	11	19	26		
100% Nitrogen	0.3001^{A}	0.2787^{A}	0.2848^{A}	0.2848^{A}	0.2227^{B}	**	4.89
2.5% Oxygen	0.3001^{A}	0.2817^{A}	0.2780^{A}	0.2717^{A}	0.2076^{B}	*	9.55
5% Oxygen	0.3001^{A}	0.2868^{A}	0.2952^{A}	0.2761^{A}	0.2038^{B}	**	3.96
10% Oxygen	0.3001^{A}	0.2778^{A}	0.2751^{A}	0.2821^{A}	0.1904^{B}	**	8.26
F-test	-	NS	NS	NS	NS		
CV (%)	-	2.80	11.26	6.52	8.40		

Table 4 Effects of oxygen concentrations on Free-fatty acid changes of processed Assam tea storage at 25°C

Treatment	Free-fatty acid (mg/100g dry weight)					F-test	CV (%)
	Days of storage						
	0	5	11	19	26		
100% Nitrogen	0.1783^{A}	0.1712^{A}	0.1303^{B}	0.1295^{B}	0.0924^{C}	**	9.60
2.5% Oxygen	0.1783^{A}	0.1635^{A}	0.1152^{B}	0.1101^{B}	0.0850^{C}	**	8.53
5% Oxygen	0.1783^{A}	0.1597^{AB}	0.1306^{BC}	0.1088^{C}	0.0590^{D}	**	14.05
10% Oxygen	0.1783^{A}	0.1620^{AB}	0.1499^{B}	0.1089^{C}	0.0637^{D}	**	11.32
F-test	-	NS	NS	NS	NS		
CV (%)	-	6.39	14.37	14.07	24.48		

จาก Table 3 แสดงให้เห็นว่าใบชาเก็บรักษาในสภาวะที่มีก๊าซออกซิเจนความเข้มข้นต่างๆมีปริมาณ EGCG ไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) แต่เมื่อเพิ่มความเข้มข้นของปริมาณออกซิเจนขึ้นมีแนวโน้มทำให้มีปริมาณ EGCG ลดลง ซึ่งจะสังเกตเห็นได้ว่าวันสุดท้ายของระยะเวลาการเก็บรักษา ใบชาที่เก็บในสภาวะที่มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 100 มีปริมาณ EGCG แต่ระยะเวลาในการเก็บรักษามีผลทำให้ใบชามีปริมาณ EGCG แตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) ซึ่งในวันสุดท้ายของระยะเวลาการเก็บรักษาใบชามีปริมาณ EGCG ต่ำที่สุดเมื่อเปรียบเทียบกับวันเริ่มต้น

จาก Table 4 แสดงให้เห็นว่าสภาวะในการเก็บรักษาไม่มีผลต่อปริมาณกรดไขมันอิสระ ($p \leq 0.05$) แต่จะเห็นได้ว่าเมื่อความเข้มข้นของปริมาณออกซิเจนเพิ่มขึ้น ทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระลดลง ซึ่งวันสุดท้ายของระยะเวลาการเก็บรักษา ชุดการทดลองที่มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 100 มีปริมาณกรดไขมันอิสระมากว่า ชุดการทดลองที่มีปริมาณออกซิเจนร้อยละ 10 โดยมีค่าสูงสุดอยู่ที่ 0.0924 และมีค่าต่ำสุดอยู่ที่ 0.0637 mg/100g dry weight แต่ระยะเวลาในการเก็บรักษาผลทำให้มีปริมาณกรดไขมันอิสระแตกต่างกันทางสถิติ ($p \leq 0.05$) โดยในวันแรกของการเก็บรักษาของใบชามีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงสุดและมีปริมาณลดลงเมื่อเก็บรักษานานขึ้น และในวันสุดท้ายของระยะเวลาการเก็บรักษามีปริมาณกรดไขมันอิสระ ต่ำที่สุด

จาก Table 5 แสดงให้เห็นว่าใบชาทุกชุดการทดลองที่ทำการเก็บรักษาและระยะเวลาการเก็บรักษาของแต่ละชุดการทดลองมี ปริมาณเบต้าแคโรทีนไม่แตกต่างกันทางสถิติ ($p \geq 0.05$) ซึ่งในวันสุดท้ายของระยะการเก็บรักษาใบชามีปริมาณเบต้าแคโรทีนระหว่าง 0.5943 ถึง 0.5792 mg/100mg dry weight

Table 5 Effects of oxygen concentrations β-carotene changes of processed Assam tea storage at 25°C

Treatment	β-carotene (mg/100mg dry weight)					F-test	C.V. (%)
	Days of storage						
	0	5	11	19	26		
100.0% Nitrogen	0.6035	0.5621	0.5845	0.6184	0.5887	NS	7.73
2.5% Oxygen	0.6035	0.5544	0.5829	0.5979	0.5889	NS	6.85
5.0% Oxygen	0.6035	0.5453	0.5678	0.5971	0.5943	NS	6.70
10.0% Oxygen	0.6035	0.5582	0.6040	0.5804	0.5792	NS	5.13
F-test	-	NS	NS	NS	NS		
CV (%)	-	4.20	7.59	3.02	4.57		

หมายเหตุ NS = ไม่มีความแตกต่างทางสถิติ, * = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 95, ** = มีความแตกต่างทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่นร้อยละ 99, ค่าเฉลี่ยกำกับด้วยตัวอักษร a,b,c,d = การเปรียบเทียบความแตกต่างระหว่างชุดการทดลอง, A,B,C,D = การเปรียบเทียบความแตกต่างของระยะเวลาการเก็บรักษา

วิจารณ์ผล

ออกซิเจนเป็นปัจจัยที่มีแนวโน้มทำให้เกิดการสูญเสียคุณภาพในใบชาหลังแปรรูป($p>0.05$) ซึ่งจากผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงทางปริมาณโพลีฟีนอลที่เกิดขึ้น จะเห็นได้ว่าชุดการทดลองที่มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 100 หรือมีปริมาณออกซิเจนร้อยละ 0 มีปริมาณโพลีฟีนอลมากกว่าชุดการทดลองที่มีปริมาณออกซิเจนร้อยละ 10 ในขณะเดียวกันปริมาณ epigallocatechin gallate(EGCG) มีปริมาณมากกว่าเช่นกัน ซึ่งเกิดจากถูกออกซิเดชันจึงทำให้มีปริมาณโพลีฟีนอล และ EGCG มีปริมาณน้อยกว่าชุดการทดลองที่มีปริมาณไนโตรเจนร้อยละ 100 และอีกสาเหตหนึ่งทีทำให้สูญเสีย EGCG ไปคือเป็นตัวที่ให้อิเล็กตรอนที่ดี (Koketsu, 1997) ส่วนผลการทดลองการเปลี่ยนแปลงปริมาณกรดไขมันอิสระ จะเห็นได้ว่ามีผลเช่นเดียวกับปริมาณโพลีฟีนอลและ EGCG ซึ่งกรดไขมันอิสระจะถูกออกซิเดชันกลายเป็นกลิ่นจำพวก C_6 aldehyde และ alcohols (Sekiya, Numa, Kajiwara และ Hatanaka, 1976) ตัวอย่างที่เกิดขึ้นในกลิ่นจำพวกนี้ เช่นhexaxnal,pentanal, n-hexnanol, n-pentanol และ heptanal (Owuor และ Orchard, 1992) แต่ปริมาณเบต้าแคโรทีนในใบชาไม่มีการเปลี่ยนแปลงอาจเนื่องมาจากในใบชามีปริมาณของเบต้าแคโรทีนน้อยมาก (Ravichandran และ Parthiban, 1998) จึงไม่มีการเปลี่ยนแปลงระหว่างการเก็บรักษา

สรุปผล

จากการทดลองนี้แสดงให้เห็นว่าความเข้นข้นของออกซิเจนที่ร้อยละ 10 ไม่มีผลต่อปริมาณโพลีฟีนอล, epigallocatechin gallate, ปริมาณกรดไขมันอิสระ และปริมาณเบต้าแคโรทีน แต่อย่างไรก็ตามความเข้มข้นของไนโตรเจนที่ร้อยละ 100 หรือออกซิเจนร้อยละ 0 สามารถคงคุณภาพใบชาแปรรูปความเข้มข้นของออกซิเจนอื่นๆ

เอกสารอ้างอิง

Koketsu, M., 1997, Antioxidative activity of tea polyphenols, In: Yamamoto, Chemistry and Activity of Green Tea, CRC Press, Boca Raton.

Owuor, P. O. and Orchard, J. E., 1992, Effect storage time in a two-stage withering process on the quality of seedling black tea, Journal of Food Chemistry, 45: 45-49.

Ravichandran, R., and Parthiban, R., 1998, The impact of processing techniques on tea volatiles, Journal of Food Cemistry, 62: 347-353.

Sanderson, G. W., Co, H. and Gonzalez, J. G., 1971, Biochemistry of tea fermentation: the role of carotenes in black tea aroma formation, Journal of the Science of Food and Agriculture, 36: 231-236.

Sekiya, J., Numa, S., Kajiwara, Y. and Hatanaka, A., 1976, Biosynthesis of leaf alcohol, Journal of Agricultural and Biological Chemistry, 40: 185-190.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 283-286 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 283-286 (2550)

การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวโดยการใช้ Ethephon

Germination Enhancement of Wax Gourd Seed by Ethephon

ลัดดาวัลย์ คำมะปะนา[1] ทักษอร บุญชู[1] และทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย[1]

Kammapana, L.[1], Boonchoo, T.[1] and Photchanachai, S.[1]

Abstract

Germination enhancement of open pollinated wax gourd seed with initial of 46% germination and 6.5% seed moisture were treated in 0-800 ppm ethephon (Bayer Thai Co., Ltd) for 0-24 h. Seed dipped in 600 ppm ethephon for 12 h showed the best germination of 61% following by seed dipped in 400 ppm ethephon for 24 h (57%) meanwhile distilled water dipped seed had the lowest of 37%. Furthemore, dipping in 600 ppm ethephon for 12 h was the best in the germination index and days to emergence. Although seed dipped in 800 ppm ethephon for 12 h were improved in seedling growth rate to 33 mg/seedling, there was no significant difference to seeds dipped in 600 ppm ethephon for 12 h (31 mg/seedling)

Keywords : wax gourd seed, ethephon, germination enhancement

บทคัดย่อ

การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวพันธุ์ผสมเปิดที่มีความงอก 46 เปอร์เซ็นต์ ความชื้นของเมล็ด 6.5 เปอร์เซ็นต์ โดยการแช่เมล็ดในสารละลาย ethephon ของบริษัทไบเออร์ไทย จำกัด ที่ความเข้มข้น 0-800 ppm เป็นระยะเวลา 0-24 ชั่วโมง พบว่าเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวที่แช่ในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 600 ppm นาน 12 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์ความงอกสูงสุด (61%) รองลงมาคือ เมล็ดพันธุ์ฟักเขียวที่แช่ในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 400 ppm นาน 24 ชั่วโมง (57%) ส่วนเมล็ดที่แช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำสุด (37%) นอกจากนี้การแช่เมล็ดในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 600 ppm นาน 12 ชั่วโมง ยังทำให้ดัชนีการงอก และ days to emergence ของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวดีที่สุด แม้ว่าเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวที่แช่ในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 800 ppm นาน 12 ชั่วโมง มีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงสุด (33 mg/ต้น) แต่พบว่าไม่แตกต่างจากเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวที่แช่ในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 600 ppm นาน 12 ชั่วโมง (31 mg/ต้น)

คำสำคัญ : เมล็ดพันธุ์ฟักเขียว สารละลายเอทธิฟอน การกระตุ้นการงอก

คำนำ

ฟักเขียว (*Benincasa hispida* (Thunb) Cogn) เป็นพืชผักที่มีความสำคัญและเป็นที่ต้องการของตลาดอย่างกว้างขวาง ในการปลูกฟักเขียวนิยมใช้เมล็ดในการปลูก และปัญหาที่พบบ่อยๆ คือ เมล็ดมีการพักตัวทำให้ความงอกต่ำและงอกช้า สาเหตุการพักตัวของพืชในวงศ์นี้มีข้อสันนิษฐานว่าเกิดจากส่วนของเปลือกหุ้มเมล็ดหนา และ/หรือเกิดจากสารยับยั้งการงอก เช่น Abscisic acid (ABA) ที่สะสมอยู่บริเวณเยื่อหุ้มเมล็ด (อนันตกร, 2536) ดังนั้นการศึกษาเพื่อหาวิธีการกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวก่อนการเพาะปลูกจึงมีความสำคัญอย่างยิ่ง เช่น นาฏญา (2548) รายงานว่าการทำ hydropriming โดยนำเมล็ดฟักเขียวแช่ใน deionized water ที่อุณหภูมิ 30 องศาเซลเซียส ให้อากาศตลอดระยะเวลาการแช่นาน 7 ชั่วโมง จากนั้นนำมาบ่มที่อุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 24 ชั่วโมง และลดความชื้นของเมล็ดที่อุณหภูมิ 25 องศาเซลเซียส ความชื้นสัมพัทธ์ 30 เปอร์เซ็นต์ เป็นระยะเวลา 2 วัน จนเมล็ดมีความชื้นเท่ากับความชื้นเริ่มต้น (6-7 เปอร์เซ็นต์) สามารถเพิ่มเปอร์เซ็นต์การงอก (99%) และความสม่ำเสมอของต้นกล้าได้ดี แต่วิธีการดังกล่าวมีความยุ่งยากสำหรับเกษตรกรและการทำ hydropriming มีข้อเสีย คือ ไม่สามารถควบคุมการดูดน้ำของเมล็ดได้ ส่งผลให้การกระตุ้นขบวนการทางชีวเคมีภายในเมล็ดเกิดขึ้นไม่สม่ำเสมอ อีกทั้งทำให้เมล็ดได้รับความเสียหาย อย่างไรก็ตามมีรายงานว่าการใช้

[1]สายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพฯ 10150

[1]Division of Postharvest Technology, Department of Bioresource and Technology, King Mongkut's University of Thonburi, Bangkok 10150

ethephon ซึ่งเป็นสารควบคุมการเจริญเติบโตที่มีบทบาทต่อการงอกของเมล็ดที่เกิดจากการพักตัวของคัพภะในแอปเปิล (Siska, 1989) และการพักตัวที่เกิดจากเปลือกหุ้มเมล็ดหนาในเมล็ด *Rhus typhina* L. (Norton, 1985) เป็นต้น สำหรับบทบาทของ ethylene มีรายงานว่าทำหน้าที่ในการกระตุ้นให้มีการผลิตเอนไซม์ ∝-amylase ที่นำไปใช้ในปฏิกิริยาการย่อยสตาร์ชให้ได้สารตั้งต้นของขบวนการหายใจเพื่อให้ได้พลังงานที่จะนำไปใช้ในกระบวนการงอก (อ้างใน สัมฤทธิ์, 2541) เนื่องจากพบว่าในระหว่างการงอกและการเจริญเติบโตของต้นกล้ามีการผลิต ethylene ขึ้นภายหลังกระบวนการ imbibition และมีการผลิตมากที่สุดก่อนที่จะมีการแบ่งเซลล์แบบไมโตซีส (Petruzzeli และคณะ, 1994) ดังนั้นการทดลองนี้จึงมีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาบทบาทของ ethylene ต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมี และการคลายการพักตัวของเมล็ดฟักเขียว เพื่อแก้ไขปัญหาการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวและเพิ่มผลผลิตแบบยั่งยืนต่อไป

อุปกรณ์และวิธีการ

เมล็ดพันธุ์ฟักเขียวที่ได้จากห้างหุ้นส่วนจำกัดเมล็ดพันธุ์พืชตราสิงห์ ซึ่งมีเปอร์เซ็นต์ความงอกเริ่มต้น 40 เปอร์เซ็นต์ นำมาแช่ในสารละลาย ethephon ของบริษัท ไบเออร์ไทย จำกัด ความเข้มข้น 0-800 ppm เป็นระยะเวลา 0-24 ชั่วโมง นำมาเพาะบนกระดาษเพาะแบบ top of paper (TP) โดยวางเมล็ดบนกระดาษเพาะที่มีความชื้นพอเหมาะซึ่งบรรจุอยู่ในกล่องพลาสติกที่มีฝาปิดมิดชิด ทำการทดลอง 4 ซ้ำๆ ละ 50 เมล็ด แล้วนำไปบ่มในตู้เพาะที่ตั้งอุณหภูมิสลับ 20-30 องศาเซลเซียส เพื่อทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก (% germination test) ตามวิธีมาตรฐานของ ISTA (1993) สำหรับความแข็งแรงของเมล็ดพันธุ์ ทำการทดสอบด้วยวิธีการวัดดัชนีการงอก (germination index ; GI) การวัดอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้า (seedling growth rate ; SGR) และสำหรับการหาค่า days to emergence (DTE) ทดสอบโดยการนำเมล็ดมาเพาะเช่นเดียวกับการทดสอบเปอร์เซ็นต์ความงอก แต่ตรวจนับเมล็ดที่สามารถสังเกตเห็น radicle ซึ่งมีลักษณะเป็นจุดสีขาวที่โผล่พ้นเปลือกเมล็ดทุกวัน

ผลและวิจารณ์ผล

การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวด้วย ethephon เพื่อศึกษาผลของ ethylene ต่อการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีและลักษณะทางสรีระของเมล็ด พบว่า การแช่เมล็ดในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 600 ppm นาน 12 ชั่วโมง มีเปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด (61%) รองลงมาคือ เมล็ดที่แช่ในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 400 ppm นาน 24 ชั่วโมง (57%) ส่วนเมล็ดที่แช่ในน้ำกลั่น (ชุดควบคุม) มีเปอร์เซ็นต์ความงอกต่ำสุด (37%) (Figure 1) นอกจากนี้การแช่เมล็ดในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 600 ppm นาน 12 ชั่วโมง ยังทำให้ดัชนีการงอก และ DTE ของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวดีที่สุด แม้ว่าเมล็ดที่แช่ในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 800 ppm นาน 12 ชั่วโมง จะมีอัตราการเจริญเติบโตของต้นกล้าสูงสุด (33 mg/ต้น) แต่ไม่แตกต่างจากเมล็ดที่แช่ในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 600 ppm นาน 12 ชั่วโมง (31 mg/ต้น) (Figure 4) การที่ ethephon สามารถช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ดได้เนื่องจาก ethylene หรือสารปลดปล่อย ethylene สามารถละลายตัวได้ดีในไขมัน จึงสามารถซึมผ่านเข้าไปในชั้นเนื้อเยื่อหุ้มเมล็ดและไปกระตุ้นให้มีการผลิต ∝-amylase (สัมฤทธิ์, 2541) และ ethylene อาจไปมีผลยับยั้งการทำงานของ abscisic acid ซึ่งมีผลคล้ายกับบทบาทของ gibberellics acid (อนันตกร, 2536) นอกจากนี้ Abeles (1986) รายงานว่าจากการศึกษาบทบาทของ ethylene ต่อการงอกของเมล็ดพันธุ์ผักสลัดแก้ว พบว่า ethylene ส่งเสริมให้เกิดการขยายตัวของเซลล์บริเวณ hypocotyls และเกี่ยวข้องกับการเพิ่มขึ้นของกิจกรรมเอนไซม์ เช่น endo-β-mannanase และ cell wall enzyme เป็นต้น ดังนั้นเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวที่แช่ในสารละลาย ethephon จึงมีความงอกเพิ่มขึ้น เช่นเดียวกันกับการรายงานของ Norton (1985) พบว่าการแช่เมล็ด *Rhus typhina* L. ในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 200 มิลลิกรัม/ลิตร เป็นระยะเวลา 24 ชั่วโมง แล้วนำไปบ่มที่อุณหภูมิ 4 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 30 วัน สามารถกระตุ้นการงอกของเมล็ดได้ 60 เปอร์เซ็นต์ และการใช้สารละลาย ethephon สามารถคลายการพักตัวของเมล็ดแอปเปิลที่เกิดจากการพักตัวของคัพภะ (embryo dormancy)ได้ (Siska, 1989) และ Baskin และคณะ (2002) ศึกษาบทบาทของ ethylene ที่มีผลต่อการงอกของเมล็ดแอปเปิล พบว่าการแช่เมล็ดแอปเปิลในสารละลาย ethephon ความเข้มข้น 1 ไมโครโมลต่อลิตร นาน 3 วันทำให้เมล็ดแอปเปิลงอกได้ 97% หรือการทดลองของ Tiryaki (2006) พบว่าเมล็ด *Amaranthus cruentus* L. เมื่อนำมาทำ priming ด้วยการแช่ใน 1-aminocyclopropane-1-carboxylic acid (ACC) 3 ไมโครโมล ผสมกับ 3% KNO_3 บ่มในที่มืดอุณหภูมิ 20 องศาเซลเซียส เป็นเวลา 7 วัน ทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่มขึ้น (86%) และการแช่เมล็ด *Echinacea angustifolia* ในสารละลาย ethephon ร่วมกับการบ่มที่อุณหภูมิต่ำ ทำให้เมล็ดมีความงอกเพิ่ม

มากกว่า 90% (Feghahati และ Reese, 1994) อย่างไรก็ตามแม้ว่าเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวที่แช่ในสารละลาย ethephon มีความงอก (Figure 1) และความแข็งแรง (Figure 2) เพิ่มมากกว่าชุดควบคุม แต่ความงอกของเมล็ดยังคงค่อนข้างต่ำ ดังนั้นการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวจึงน่าจะมีสาเหตุอื่นรวมด้วย ซึ่งขณะนี้ผู้วิจัยกำลังดำเนินการทดลองเพิ่มเติมเพื่อศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางชีวเคมีอันเป็นผลเนื่องจากการทำงานของ ethylene ซึ่งจะทำให้ทราบสาเหตุที่แท้จริงของการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียว และหาวิธีการที่เหมาะสม สะดวก และมีประสิทธิภาพต่อการนำไปประยุกต์ใช้ของเกษตรกรในการเพาะปลูกฟักเขียวต่อไป

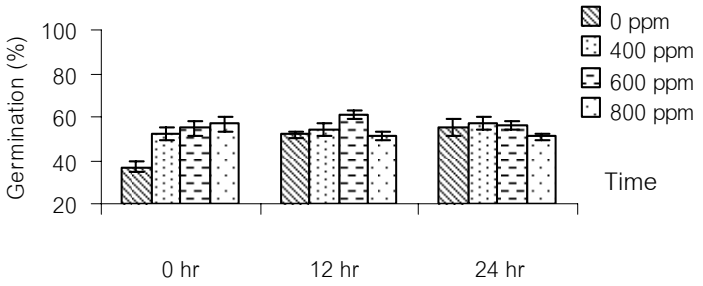


Figure 1 Seed germination percentage of wax gourd seed dipped in ethephon.

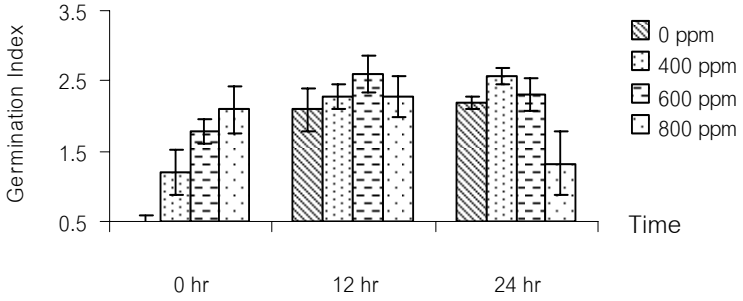


Figure 2 Germination index of wax gourd seed dipped in ethephon.

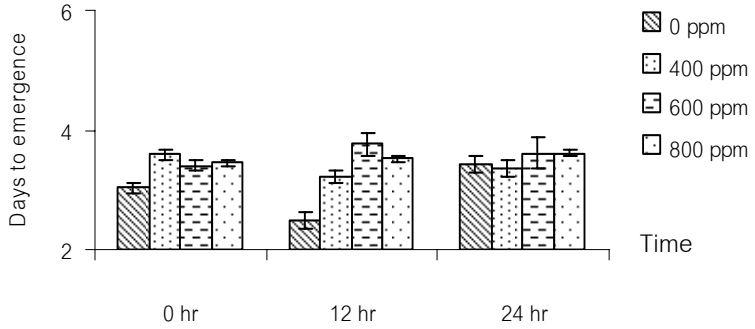


Figure 3 Days to emergence of wax gourd seed dipped in ethephon.

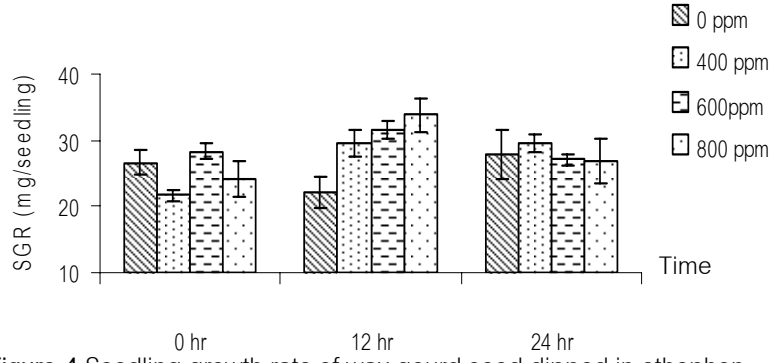


Figure 4 Seedling growth rate of wax gourd seed dipped in ethephon.

สรุปผล

การแช่เมล็ดพันธุ์ฟักเขียวในสารละลาย ethephon ช่วยกระตุ้นการงอกของเมล็ด โดยความเข้มข้น 600 ppm นาน 12 ชั่วโมง ทำให้ความงอกเพิ่มขึ้นเป็น 61% และต้นกล้ามีความสม่ำเสมอมากที่สุด อย่างไรก็ตามความงอกของเมล็ดเพิ่มขึ้นเพียงเล็กน้อยเท่านั้น แสดงว่าการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวอาจจะไม่ได้เกิดจากสมดุลของสารควบคุมการเจริญเพียงอย่างเดียวและยังไม่ทราบสาเหตุของการพักตัวที่แน่ชัด ดังนั้นจึงควรมีการศึกษาเพิ่มเติมถึงสาเหตุที่แท้จริงของการพักตัวของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียว

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณบริษัทเมล็ดพันธุ์พืชตราสิงห์ที่ให้ความอนุเคราะห์เมล็ดพันธุ์ และสายวิชาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยว คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้ความอนุเคราะห์ห้องปฏิบัติการ และอุปกรณ์เครื่องมือต่างๆ

เอกสารอ้างอิง

นาฏญา โสภา, 2548, การกระตุ้นการงอกของเมล็ดพันธุ์ฟักเขียวโดยวิธี Hydropriming, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 25-41.

สัมฤทธิ์ เฟื่องจันทร์, 2541, สรีรวิทยาการพัฒนาการพืช, คลังนานาชาติ, กรุงเทพฯ, หน้า 335-348.

อนันตกร เทพหัสดิน ณ อยุธยา, 2536, การเปลี่ยนแปลงสารคล้าย Gas และ ABA ระหว่างการพัฒนาและการเก็บรักษาของเมล็ดพันธุ์แตง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาพืชสวน คณะเกษตร มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, หน้า 10-27.

Abeles, F. B., 1986, Role of ethylene in *Lactuca sativa* cv. 'Grand Rapids' seed germination, Plant Physiology, 81: 780-787.

Baskin, C. C., Baskin, J. M., Chester, E. W. and Smith, M., 2002, Ethylene as a possible cue for seed germination of *Schoenoplectus hallii* (Cyperaceae) a rare summer annual of occasionally flooded sites, Aquatic Botany, 67: 109-116.

Feghahati, S. M. J. and Reese, R. N., 1994, Ethylene, light and precill enhanced germination of *Echinacea angustifolia* seeds, Hort Science, 119: 853-858.

ISTA, 1993, International rules for seed test 1993, Seed science and technology, 21.

Norton, C. R., 1985, The use of gibberellic acid, ethephon and cold treatment to promote germination of *Rhus typhina* L. seed, Scientia Horticulture, 27: 163-169.

Petruzzelli, L., Harren, F, and Reuss, J., 1994, Patterns of C_2H_2 production during germination and seedling growth of pea and wheat as indicated by a laser-driven photoacoustic system, Environmental and experimental Botany, 34: 55-61.

Siska, I., 1989, Interaction of ethephon with cytokinin and gibberrellin during removal of apple seed dormancy and germination of embryos, Plant science, 64: 39-44.

Tiryaki, I., 2006, Priming and storage of amaranth seed: effects of plant growth regulators on germination performance at low temperature, Seed Science and Technology, 34: 169-179.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 287-290 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 287-290 (2550)

อิทธิพลของสูตรอาหารเพาะเลี้ยงต่อการงอกของเมล็ดรองเท้านารีคางกบใต้ในสภาพปลอดเชื้อ

The Influence of Different Culture Media on *Paphiopedilum callosum* (Rchb. f.) Seed Germination *In Vitro*

ทิวา รักนิ่ม[1] อมรพันธ์ แก้วศรีนวล[2] ปรีชา วิทยพันธุ์[3] และจีรศักดิ์ แสงศรี[3]

Raknim, T.[1], Kaewsrinual, A.[2], Wittayapant, P.[3] and Seangsri, J[3]

Abstract

Eight types of culture medium were studied in order to optimize of native orchid seeds, *Paphiopedilum callosum* (Rchb. f.), *in vitro*. The results showed that VW medium supplemented with 300 ml/l coconut water gave the best 100% germination after 16 weeks with appearance of the greenish white protocorm culture and VW medium supplemented with150 ml/l coconut water gave 82.22% germination after 15.7 weeks with appearance of the greenish yellow protocorm culture. Another culture MS medium free hormone gave 73.81 % germination after 18 weeks and MT medium supplemented with 150 ml/l coconut water gave 50% seed germination after culture 20.33 weeks. There was no germination (0%) in the following media : MS medium supplemented with150 ml/l coconut water,100 g/l blended tomato , 25 g/l blended mushroom and 2 g/l activated charcoal , MT medium with 2.9 mg/l BA and 0.3 mg/l NAA , VW medium supplemented with 150 ml/l coconut water and 2 g/l activated charcoal , VW medium supplemented with 150 ml/l coconut water, 100 g/l blended banana and 2 g/l activated charcoal.

Keywords : *Paphiopedilum callosum* (Rchb. f.), *in vitro*

บทคัดย่อ

การศึกษาสูตรอาหารที่เหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดกล้วยไม้พื้นเมืองรองเท้านารีคางกบใต้ในสภาพปลอดเชื้อ พบว่า การเพาะเลี้ยงเมล็ดบนอาหารสูตร VW เติมน้ำมะพร้าว 300 มิลลิลิตรต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การงอกร้อยละ 100 หลังเลี้ยงนาน 16 สัปดาห์ โปรโตคอร์มมีสีขาวแกมเขียว และอาหารสูตร VW เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การงอกร้อยละ 82.22 หลังเลี้ยงนาน 15.7 สัปดาห์ โปรโตคอร์มมีสีเหลืองแกมเขียว ซึ่งต่อมาเปลี่ยนเป็นสีเหลืองซีดและเป็นสีน้ำตาลในที่สุด สำหรับอาหารสูตร MS มีเปอร์เซ็นต์การงอกร้อยละ 73.81 หลังเลี้ยงนาน 18 สัปดาห์ และอาหารสูตร MT เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การงอกน้อยที่สุดเพียงร้อยละ 50 เมล็ดเริ่มงอกหลังเพาะเลี้ยงนาน 20.33 สัปดาห์ ส่วนอาหารสูตร MS เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร ร่วมกับมะเขือเทศบด 100 กรัมต่อลิตร เห็ดหูหนูบด 25 กรัมต่อลิตร และผงถ่าน 2 กรัมต่อลิตร อาหารสูตร MT เติม BA 2.9 มิลลิกรัมต่อลิตร ร่วมกับ NAA 0.3 มิลลิกรัมต่อลิตร อาหารสูตร VW เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตรและผงถ่าน 2 กรัมต่อลิตร และอาหารสูตร VW ที่เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร กล้วยหอมบด 100 กรัมต่อลิตร และผงถ่าน 2 กรัมต่อลิตร ไม่พบการงอกของเมล็ด

คำสำคัญ : รองเท้านารีคางกบใต้ สภาพปลอดเชื้อ

คำนำ

ปัจจุบันกล้วยไม้พื้นเมืองเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง เนื่องจากมีรูปทรง สีสัน ความแปลกตาของดอกใบ และการบานของดอกมีอายุยาวนาน จึงมีการลักลอบนำกล้วยไม้พื้นเมืองออกมาจำหน่ายเพิ่มมากขึ้น ทำให้เกิดการสูญพันธุ์ และกำลังจะสูญพันธุ์ในบางสายพันธุ์ ซึ่งหลายประเทศได้เล็งเห็นถึงอันตรายที่คุกคามต่อความหลากหลายของพันธุ์พืช

[1]คณะเกษตรศาสตร์ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช

[1]Faculty of Agriculture Rajamangala University of Technology Srivijaya , Nakhonsithammarat Campus

[2]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย วิทยาเขตนครศรีธรรมราช

[2]Faculty of Science and Technology Rajamangala University of Technology Srivijaya , Nakhonsithammarat Campus

[3]อุทยานแห่งชาติน้ำตกโยง สำนักบริหารพื้นที่อนุรักษ์ที่ 5 (นครศรีธรรมราช) กรมอุทยานแห่งชาติ สัตว์ป่า และพันธุ์พืช

[3]Nam Tok Yong National Park, The 5th Conservation Areas Administration Office (Nakhonsithammarat) National Park, Wildlife and Plant Conservation Department

จึงได้จัดทำอนุสัญญาว่าด้วยการค้าพันธุ์พืชและสัตว์แห่งชาติ (CITES) เพื่อป้องกันการสูญพันธุ์ของพืชและสัตว์ป่า ในอนุสัญญาฉบับนี้ ห้ามจำหน่ายต้นกล้วยไม้ที่นำออกมาจากป่าโดยตรง ยกเว้นต้นที่ได้จากการเพาะเมล็ด แยกหน่อ หรือ การเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อ ดังนั้นการนำเมล็ดหรือหน่อมาเพาะเลี้ยงด้วยเทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืช เพื่อเพิ่มปริมาณต้นกล้วยไม้ให้ได้จำนวนมากในเวลาอันรวดเร็ว จึงเป็นวิธีการหนึ่งที่จะป้องกันการสูญพันธุ์ และเป็นการได้มาอย่างถูกต้องตามกฎหมาย สามารถหลีกเลี่ยงการลักลอบเก็บมาจากธรรมชาติได้ทางหนึ่ง

ในภาคใต้ของประเทศไทย โดยเฉพาะจังหวัดนครศรีธรรมราช เป็นแหล่งทรัพยากรธรรมชาติที่มีความหลากหลายทางพันธุกรรมของกล้วยไม้ค่อนข้างสูง เพราะลักษณะภูมิประเทศที่มีเทือกเขาที่สำคัญ เช่น เทือกเขาหลวง เขาเหมน ซึ่งมีภูมิอากาศที่เอื้ออำนวยต่อการเจริญเติบโตของกล้วยไม้ โดยเฉพาะกล้วยไม้สกุลรองเท้านารีคางกบใต้ พบกระจายพันธุ์อยู่ทั่วไปบนเทือกเขาจังหวัดนครศรีธรรมราช รองเท้านารีคางกบใต้เป็นกล้วยไม้ดินที่มีลักษณะเด่น คือ ใบรูปขอบขนาน ดอกเดี่ยว กว้าง 6 เซนติเมตร ก้านตั้งตรง ใบประดับดอกเป็นรูปแถบ รูปไข่ ปลายแหลม กลีบเลี้ยงมนเกือบกลม สีขาว มีเส้นสีเขียวที่โคน และจะเปลี่ยนเป็นสีม่วงเข้ม แต่ไม่จดปลายกลีบ กลีบดอกรูปแคบ โคนกลีบสีเขียวไล่โทนจนเป็นสีม่วงเข้มที่ปลายกลีบ ที่ขอบด้านบนของกลีบมีตุ่มขนขนาดใหญ่สีม่วงคล้ำหลายตุ่ม ขอบกลีบมีขน กลีบปากเป็นถุงลึกสีม่วงเข้ม ขอบกลีบไม่เว้าเข้าด้านใน โคนกลีบห่อเข้าจนเกือบเป็นหลอดหรือโพรง ออกดอกช่วงกุมภาพันธ์ถึงเมษายน กล้วยไม้รองเท้านารีคางกบใต้จัดอยู่ในพืชอนุรักษ์บัญชีที่ 1 ในอนุสัญญา CITES ซึ่งปัจจุบันลดจำนวนลงมาก เนื่องจากเป็นที่ต้องการของผู้บริโภคอย่างกว้างขวาง การใช้เทคนิคการเพาะเลี้ยงเนื้อเยื่อพืชเพื่อเพิ่มปริมาณอย่างรวดเร็ว จึงเป็นแนวทางหนึ่งที่จะสามารถอนุรักษ์และขยายพันธุ์กล้วยไม้รองเท้านารีคางกบใต้ได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาองค์ประกอบของอาหารเพาะเลี้ยงต่อการงอกของเมล็ดกล้วยไม้รองเท้านารีคางกบใต้ โดยนำฝักกล้วยไม้รองเท้านารีคางกบใต้ที่แก่เต็มที่ (Figure 1) มาล้างทำความสะอาดด้วยสบู่ แล้วแช่ในแอลกอฮอล์เข้มข้น 70% นาน 30 วินาที เมื่อครบกำหนดนำเข้าตู้ย้ายเลี้ยงใช้ปากคีบที่ผ่านการฆ่าเชื้อแล้วจับฝักกล้วยไม้จุ่มในแอลกอฮอล์เข้มข้น 95% เผาไฟทำซ้ำ 3 ครั้ง หลังจากนั้นใช้ใบมีดที่ผ่านการนึ่งฆ่าเชื้อแล้วผ่าฝักกล้วยไม้ ตักเมล็ดลงในน้ำกลั่นที่นึ่งฆ่าเชื้อแล้วใช้หลอดหยดที่ผ่านการฆ่าเชื้อ ดูดเมล็ดลงในอาหารแข็งในขวดขนาด 4 ออนซ์ ที่บรรจุอาหารปริมาณ 15 มิลลิลิตร ศึกษาองค์ประกอบของอาหารจำนวน 8 สูตร (Table 1) จำนวน 4 ซ้ำๆ ละ 20 ขวด เพาะเลี้ยงที่อุณหภูมิ 25±2 องศาเซลเซียส ให้แสง 16 ชั่วโมงต่อวัน ตรวจสอบและบันทึก เปอร์เซ็นต์การงอกของเมล็ดกล้วยไม้หลังเพาะเลี้ยงนาน 3 เดือน นำข้อมูลมาวิเคราะห์ความแตกต่างทางสถิติแล้วเปรียบเทียบความแตกต่างโดยวิธี DMRT

Figure 1 Characteristic of orchid pods were used in the experiment.

ผลและวิจารณ์ผล

การเพาะเลี้ยงเมล็ดกล้วยไม้รองเท้านารีคางกบใต้ บนอาหาร VW เติมน้ำมะพร้าว 300 มิลลิลิตรต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การงอกสูงสุด 100% และใช้เวลาในการงอก 16 สัปดาห์ (Table 1) ได้โปรโตคอร์ม ที่มีสีเหลืองแกมเขียว ถ้าไม่ย้ายโปรโตคอร์มเพาะเลี้ยงในอาหารใหม่ โปรโตคอร์มจะมีลักษณะสีเหลืองซีดแล้วเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาลและตายในที่สุด (Figure 2) รองลงมา คือ สูตร VW ที่เติมน้ำมะพร้าว 150 มิลลิลิตรต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การงอก 82.22% มีอายุการงอก 15.7 สัปดาห์ ส่วนอาหารสูตร MS ให้เปอร์เซ็นต์การงอกเป็นอันดับสาม เท่ากับ 73.91% และมีอายุการงอก 18 สัปดาห์ และสูตร MT เติมน้ำมะพร้าว 150

มิลลิลิตรต่อลิตร ให้เปอร์เซ็นต์การงอกน้อยสุด 50% และมีอายุการงอกนานถึง 20.33 สัปดาห์ แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญยิ่ง ในขณะที่การเพาะเลี้ยงเมล็ดรองเท้านารีคางกบใต้บนอาหารสูตร 3, 6, 7 และ 8 ไม่พบการงอกของเมล็ด

จากการทดลองแสดงให้เห็นว่าอาหารเพาะเมล็ดสูตร VW ที่เติมน้ำมะพร้าวเหมาะสมต่อการงอกของเมล็ดกล้วยไม้รองเท้านารีคางกบใต้ เนื่องจากน้ำมะพร้าวมีสารควบคุมการเจริญเติบโตกลุ่ม cytokinin คาร์โบไฮเดรต myo-inositol และ sorbitol (Letham, 1974) ส่วนผงถ่านนอกจากจะดูดสารพิษแล้ว พบว่ายังดูดสารประกอบบางชนิดในอาหารเพาะเลี้ยง ที่เป็นปัจจัยในการงอกของเมล็ดด้วย (Light, 2004, Paek และ Exward, 1991)

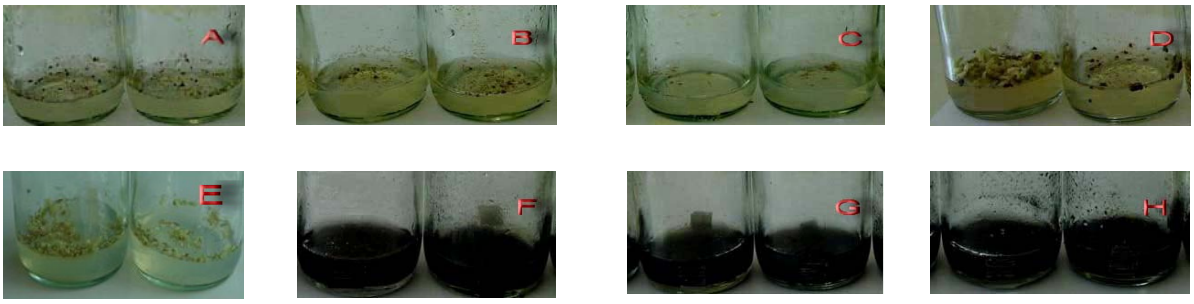


Figure 2 The germination of *Paphiopedilum callosum* (Rchb. f.), seeds were developed from seed cultures on T_1 medium (A), T_2 medium (B), T_3 medium (C), T_4 medium (D), T_5 medium (E), T_6 medium (F), T_7 medium (G) and T_8 medium (H) after 3 months of cultures.

Table 1 Effects of cultures of *Paphiopedilum callosum* (Rchb. f.) seeds on the different media after 3 months of cultures

Treatment	Media components	Germination (%)	Germinated age (weeks)	score
T_1	MS	73.81c	18.00b	+++
T_2	MT + 150 ml/l CW	50.00d	20.33a	++
T_3	MT + 2.9 mg/l BA +0.3 mg/l NAA	0.00e	0.00d	+
T_4	VW + 150 ml/l CW	82.22b	15.67c	++++
T_5	VW + 300 ml/l CW	100.00a	16.00c	+++++
T_6	VW + 150 ml/l CW + 2 g/l AC	0.00e	0.00d	+
T_7	VW + 150 ml/l CW +100 g/l B + 2 g/l AC	0.00e	0.00d	+
T_8	VW + 150 ml/l CW + 100 g/l T + 25 g/l M + 2 g/l AC	0.00e	0.00d	+
	F-test	**	**	
	CV (%)	8.12	4.68	

Means within same column followed by the same letter are not significantly different ($P \leq 0.01$) by DMRT

** = Significant at 1%

+, ++, +++, ++++, +++++ = Germination of seeding is very poor, poor, fair, good and excellent, respectively.

CW= coconut water, AC= activated charcoal, B= blended banana, T= blended tomato, M= blended mushroom

สรุปผล

การเพาะเลี้ยงเมล็ดรองเท้านารีคางกบใต้บนอาหารสูตร VW ร่วมกับน้ำมะพร้าว 300 มิลลิลิตรต่อลิตร มีเปอร์เซ็นต์การงอกร้อยละ 100 หลังจากเพาะเลี้ยง 16 สัปดาห์ โปรโตคอร์มมีสีเหลืองแกมเขียว และถ้าทิ้งไว้ในอาหารสูตรเดิมโปรโตคอร์มจะเปลี่ยนเป็นสีเหลืองซีดและเป็นสีน้ำตาลดำในที่สุด

เอกสารอ้างอิง

Letham, D. S., 1974, Regulators of cell devision plant tissue xx. The cytokinins of coconut milk, ***Physiologia Plantarum***, 32: 66-70.

Light, H. S., 2004, Germination in the *Cypripedium/Paphiopedilum Allianee*. The Canadian Orchid, 5: 11-19.

Paek, K. Y. and Edward C. Y., 1991, The effects of 1-naphtaleneacetic acid and N^6-benzyladnine on the growth of *Cymbidium forrestii* rhizomes *in vitro*, Plant Cell Tissue and Organ Culture, 24: 65-71.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 291-294 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 291-294 (2550)

การคัดแยกและจำแนกเชื้อราทนร้อนที่ผลิตเอนไซม์เซลลูเลสจากดิน

Screening and Identification of Thermophilic Cellulolytic Fungi from Soil

จาตุรงค์ จงจีน[1] และ สุพรรนี อะโอกิ[2]

Jongjeen, J.[1] and S. Aoki[2]

Abstract

The objective of this study was to screening, identification and characterization of thermophilic cellulolytic fungi from soil via Community forest in Sirindhorn Dam, Sirindhorn District, Ubon Ratchathani. Fungi from soil were isolated using Potato Dextrose Agar (PDA) supplemented with Carboxymethyl Cellulose (CMC) and Avicel (Av) incubated at 45^0C for 3 to 7 days. The obtained fungi were screened and identified using slide culture technique for investigating fungal morphology by microscopy and fungal growth comparatively on Malt Extract Agar (MEA) and Czapek's Agar (CZA) as selective media. About nine fungal species were identified as *Arthroderma* sp. Isolate 1, *Arthroderma* sp. Isolate 2, *Aspergillus fumigatus* Fresenius, *Aspergillus fumigates* var.*ellipticus, Aspergillus niger, Aspergillus thomii* Smith, *Bispora* sp., *Penicilium* sp. and *Trichothecium roseum*. Each isolated fungal strain was cultured to CMC broth and Av broth for qualitative enzyme characterization. Cellulolytic activities of these fungi were determined using' Congo-red test and Lugol's iodine test at pH 3.0, 7.0 and 10.0. The diameter of clearing zones were measured. The results for Congo – red test revealed that when using CMC as substrate *A. niger* had ability to produce cellulolytic enzymes under acid, neutral and basic conditions. *A. niger* showed clear zone with a diameter of 10.0, 10.5 and 7.5 mm, respectively. *Arthroderma* sp. isolate 2 showed clearing zone with a diameter of 9.0, 6.0 and 7.0 mm, respectively. *Arthroderma* sp. Isolate 1 showed clear zone with a diameter of 6.0, 9.0 and 5.0 mm, respectively. This results indicated that *A. niger* had the highest potential to produce endocellulase through acid, neutral and basic conditions, following by *Arthroderma* sp. isolate 2 and 1, respectively. Alternatively, the diameter of clearing zones using for Lugol's iodine test were measured at pH 3.0, 7.0 and 10.0. The results revealed that *Penicillium* sp. showed clear zone with a diameter of 8.0, 11.0 and 6.0 mm, respectively. *A. niger* showed clear zone with a diameter of 6.0 and 10.0, respectively. *A. fumigatus* showed clear zone with a diameter of 6.0, 9.0 and 5.0, respectively.

Keywords : Screening, Identification, Thermophillic Fungi, Cellulolytic enzyme

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อคัดแยก จำแนก และทดสอบประสิทธิภาพของเชื้อราทนร้อน ที่มีคุณสมบัติในการสร้างเอนไซม์เซลลูเลสจากดินในป่าชุมชนเขื่อนสิรินธร อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี เมื่อนำตัวอย่างดินมาคัดแยกเชื้อราบนอาหาร potato dextrose agar (PDA) ที่เติม carboxymethyl cellulose (CMC) และ avicel (Av) บ่มที่อุณหภูมิ 45^0C เป็นเวลา 3 – 7 วัน ทำการคัดแยก และจำแนกเชื้อราด้วยวิธี slide culture เพื่อตรวจสอบโครงสร้างของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ร่วมกับการใช้อาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะ malt extract agar (MEA) และ Czapek's agar (CZA) พบว่าสามารถจำแนกเชื้อราทนร้อนได้ 9 ชนิดได้แก่ *Arthroderma* sp. isolate 1, *Arthroderma* sp. isolate 2, *Aspergillus fumigatus* Fresenius, *Aspergillus fumigatus* var.*ellipticus, Aspergillus niger, Aspergillus thomii* Smith, *Bispora* sp., *Penicilium* sp. และ *Trichothecium roseum* เมื่อทดสอบกิจกรรมของเอนไซม์เซลลูเลสที่ใช้ CMC หรือ Av เป็นสับสเตรทด้วย Congo-red test หรือ Lugol's iodine test ที่ pH 3.0 7.0 และ 10.0 พบว่า ในกรณีที่ใช้ CMC เป็นสับสเตรท *A. niger, Arthroderma* sp.

[1]สาขาวิทยาศาสตรศึกษา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

[2]สาขาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี

[1]Division of Science Education, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

[2]Division of Biology, Faculty of Science, Ubon Ratchathani Rajabhat University

isolate 1 และ *Arthroderma* sp. isolate 2 สามารถสร้างเอนไซม์เซลลูเลสในสภาวะที่เป็นกรด กลางและเบสได้ โดย *A. niger* เกิดวงใส (Clear zone) ที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 10 10.5 และ 7.5 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วน *Arthroderma* sp. isolate 2 เกิดวงใสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 9.0 6.0 และ 7.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ และ *Arthroderma* sp. isolate 1 เกิดวงใสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 6.0 9.0 และ 5.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ ส่วนกรณีที่ใช้ Av เป็นสับสเตรทนั้น พบว่า *Penicilium* sp. เกิดวงใสที่มีเส้นผ่านศูนย์กลาง 8.0 11.0 และ 6.0 มิลลิเมตร ที่ pH 3.0 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ แสดงว่า *A. niger* สามารถสร้าง endocellulase ได้ดีที่สุดในทุกสภาวะ รองลงมาคือ *Arthroderma* sp. isolate 2 และ *Arthroderma* sp. isolate 1 ตามลำดับ ส่วนในกรณีที่ใช้ Av เป็นสับเสตรท *Penicilium* sp. เกิดวงใสวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 8.0 11.0 และ 6.0 มิลลิเมตร ส่วน *A. niger* เกิดวงใสวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 6.0 10.0 6.0 มิลลิเมตร ส่วนที่ pH 10 ไม่เกิดวงใส และ *A. fumigatus* เกิดวงใสวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 6.0 9.0 และ 5.0 มิลลิเมตร ตามลำดับ

คำสำคัญ : การคัดแยก การจำแนก เชื้อราทนร้อน เอนไซม์เซลลูเลส

คำนำ

สิ่งมีชีวิตที่จัดไว้ในอาณาจักรฟังไจ ประกอบไปด้วยเห็ดและรา เป็นกลุ่มจุลินทรีย์ที่มีศักยภาพต่อการผลิตเอนไซม์หลายชนิดในเชิงอุตสาหกรรม เอนไซม์เหล่านี้มีราคาค่อนข้างแพง ส่วนใหญ่นำเข้าจากต่างประเทศ สำหรับเอนไซม์เซลลูเลส (cellulase) เป็นเอนไซม์ที่มีความจำเพาะต่อสับสเตรทจำพวกเซลลูโลส ซึ่งเป็นโพลีแซคคาไรด์ประกอบด้วยโมเลกุลของกลูโคส ต่อกันเป็นสายยาวตั้งแต่ 30 - 15,000 หน่วย ด้วยพันธะ β-1,4 glycosidic (Clarke, 1997) เซลลูเลสประกอบด้วยเอนไซม์หลายชนิดทำหน้าที่ร่วมกันในการสลายเซลลูโลส จำแนกตามคุณสมบัติของกิจกรรมเอนไซม์แบ่งได้ 3 กลุ่ม คือ กลุ่มแรก endo–(1,4)–β–D–glucanase (carboxymethylcellulase endoglucanase, endocellulase [EC 3.4.1.4]) มีคุณสมบัติในการสลายพันธะ β– linkage โดยสุ่มภายในโมเลกุลของเซลลูโลสทำให้โมเลกุลมีขนาดเล็กลง กลุ่มที่สองคือ exo–(1,4)–β–D–glucanase (cellobiohydralase, exocellulase, micro crystalline cellulase, Avicelase [EC 3.2.1.91]) ทำหน้าที่สลายโมเลกุลเซลลูโลสจาก nonreducing และ reducing end ได้เซลโลไบโอส (cellobiose) กลุ่มที่สามคือ β–glucosidase (cellobiase [EC 3.2.1.21]) ทำหน้าที่สลายเซลโลไบโอส และ cellooligosaccharide ได้กลูโคส (Wood and Wilson, 1984) แหล่งผลิตเอนไซม์เซลลูเลสที่สำคัญในธรรมชาติได้จากสิ่งมีชีวิตพวกรา จากรายงานวิจัยพบว่าราหลายชนิดมีศักยภาพผลิตเอนไซม์เซลลูเลส เช่น *Trichoderma reesei* (Marc, 1998) *Trichoderma viride* (Okada และ Tanaka, 1988) *Aspergillus niger* (Clarke, 1997) *Acremonium cellulolyticus* (Supannee และคณะ, 2000) *Homicula insolens* (Hayashida, Ohta และ Mo, 1988) *Irpex lactius* (Mawaka และ Magan, 1998) เป็นต้น เชื้อราบางชนิดที่มีคุณสมบัติทนทานต่ออุณหภูมิสูง (Thermophilic fungi) สามารถเจริญได้ที่อุณหภูมิ 60 - 65^{0}C (Clarke, 1997) พบได้ทั่วไปทั้งในดินและแหล่งน้ำ โดยเฉพาะในพื้นที่ที่ยังคงสภาพป่าธรรมชาติหรือพื้นที่ที่ยังไม่ถูกรบกวนมากนัก ดังนั้นการศึกษาวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อทำการคัดแยก จำแนกเชื้อราทนร้อน และทำการทดสอบประสิทธิภาพเอนไซม์เซลลูเลสเชิงคุณภาพเบื้องต้นของเชื้อราที่คัดแยกได้

อุปกรณ์และวิธีการ

การคัดแยกและจำแนกเชื้อราทนร้อน โดยทำการสุ่มเก็บตัวอย่างดินจากพื้นที่ป่าชุมชนเขื่อนสิรินธร อำเภอสิรินธร จังหวัดอุบลราชธานี มาทำการคัดแยกเชื้อราด้วยวิธี Filter paper technique โดยนำตัวอย่างดินแต่ละจุดใส่รวมในกระบะประมาณ 5 กก. ฝังชิ้นกระดาษกรองลงไปที่ระดับความลึกประมาณ 5 – 10 ซม. ทิ้งไว้ 1 สัปดาห์ ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นย้ายชิ้นกระดาษกรองมาวางบนอาหาร CMC และ Av plate บ่มที่ 45^{0}C และทำการ subculture จนได้เชื้อราบริสุทธิ์ ตรวจลักษณะและการให้ชื่อวิทยาศาสตร์ โดยเพาะเลี้ยงเชื้อราบริสุทธิ์แต่ละชนิดบนอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะสูตร PDA, MEA และ CZA บ่มที่อุณหภูมิ 30^{0}C เป็นเวลา 5 – 7 วัน สังเกตเปรียบเทียบลักษณะการเจริญของโคโลนีร่วมกับสังเกตลักษณะส่วนต่างๆ ของเชื้อราภายใต้กล้องจุลทรรศน์ โดยใช้เทคนิค Slide culture

ทดสอบประสิทธิภาพเอนไซม์เซลลูเลส โดยเพาะเลี้ยงเชื้อราบริสุทธิ์แต่ละชนิดในอาหารเหลวสูตร CMC broth และ Av broth เขย่าที่ความเร็ว 200 รอบต่อนาที บ่มที่อุณหภูมิ 30^{0}C เป็นเวลา 3 – 5 วัน จากนั้นนำไปปั่นตกตะกอนด้วยเครื่องหมุนเหวี่ยงความเร็ว 13,000 รอบต่อนาที ที่อุณหภูมิ 4^{0}C เป็นเวลา 10 นาที แล้วเตรียมอาหารเลี้ยงเชื้อสูตร CMC และ Av substrate plate (pH 3.0 7.0 และ 10.0) เมื่ออาหารแข็งตัวใช้ตัวเจาะเบอร์ 1 เจาะอาหารวุ้นให้เกิดเป็นหลุมขนาด

เส้นผ่านศูนย์กลาง 0.5 ซม. จากนั้นดูดส่วนใส (supernatant) ใส่ลงในหลุม ๆ ละ 20 ไมโครลิตร บ่มที่อุณหภูมิ 45^{0}C เป็นเวลา 16 ชั่วโมง แล้วนำมาทดสอบประสิทธิภาพเอนไซม์เซลลูเลส โดย CMC substrate plate ใช้สารละลาย congo – red ความเข้มข้น 0.1% เทลงไปให้ท่วมผิวหน้าของอาหาร เป็นเวลา 45 นาที ที่อุณหภูมิห้อง ส่วน Avicel substrate plate ใช้สารละลาย Lugol's iodine เทลงไปให้ท่วมผิวหน้าของอาหาร ทิ้งไว้ 10 วินาที ที่อุณหภูมิห้อง จากนั้นเทสารละลายออก สังเกตและบันทึกผลโดยการวัดความยาวของเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสที่ปรากฏบนอาหารเลี้ยงเชื้อ

ผล

จากการศึกษาการเจริญของเส้นใยราแต่ละชนิดบนอาหารเลี้ยงเชื้อจำเพาะ 3 สูตร คือ PDA MEA และ CZA ร่วมกับการศึกษาโครงสร้างส่วนต่างๆ ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ และเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง ให้ชื่อวิทยาศาสตร์ได้ 9 ชนิด คือ *Arthroderma* sp. isolate1, *Arthroderma* sp. isolate2, *A. fumigatus* Fresenius, *A. fumigatus* var.*ellipticus, A. niger, A. thomii* Smith, *Bispora* sp., *Penicilium* sp. และ *Trichothecium roseum*

จากการทดสอบประสิทธิภาพของเอนไซม์เซลลูเลสโดยใช้สับสเตรทต่างกัน 2 ชนิด คือ CMC และ Av พบว่าเมื่อใช้ CMC เป็นสับสเตรท *A. niger* เกิดวงใสวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 10.0 10.5 และ 7.5 มม. ที่ pH 3.0 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ ส่วน *Arthroderma* sp. isolate 2 เกิดวงใสวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 9.0 6.0 และ 7.0 มม. ตามลำดับ และ *Arthroderma* sp. isolate 1 เกิดวงใสวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 6.0 9.0 และ 5.0 มม. ตามลำดับ และเมื่อใช้ Av เป็นสับสเตรท พบว่า *Penicilium* sp. เกิดวงใสวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 8.0 11.0 และ 6.0 มิลลิเมตร ส่วน *A. niger* เกิดวงใสวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 6.0 10.0 มิลลิเมตร ที่ pH 3.0 7.0 ส่วนที่ pH 10 ไม่เกิดวงใส และ *A. fumigatus* เกิดวงใสวัดเส้นผ่านศูนย์กลางได้ 6.0 9.0 และ 5.0 มิลลิเมตร ที่ pH 3.0 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

วิจารณ์ผล

ในการคัดแยกและจำแนกเชื้อราทนร้อนจากดินนั้น ได้ตรวจสอบการเจริญของราแต่ละชนิดที่เลี้ยงบนอาหารจำเพาะ (PDA MEA และ CZA) โดยสังเกตจากลักษณะภายนอกเช่น สีของเส้นใย ขอบของโคโลนี ร่วมกับตรวจลักษณะส่วนต่างๆ คือ vesicle conidiophores spore และ conidia ภายใต้กล้องจุลทรรศน์ แล้วตรวจสอบเปรียบเทียบกับเอกสารอ้างอิง The Genus *Aspergillus* (Kenneth B. Raper, Dorothy I. Fennell, 1965), Illustrated Genera of Imperfect Fungi (Barnett and Barry,1987) และ Compendium of Soil Fungi (Domsch and Gams, 1980) ให้ชื่อวิทยาศาสตร์ได้ 9 ชนิด คือ *Arthroderma* sp. isolate1, *Arthroderma* sp. isolate2, *A. fumigatus* Fresenius, *A. fumigatus* var.*ellipticus, A. niger, A. thomii* Smith, *Bispora* sp., *Penicilium* sp. และ *Trichothecium roseum* เชื้อราทุกชนิดมีคุณสมบัติสังเคราะห์เอนไซม์เซลลูเลสได้ที่ pH 7.0 มีเชื้อราบางชนิดที่ไม่มีกิจกรรมเอนไซม์ที่ pH 3.0 ส่วนใหญ่กิจกรรมเอนไซม์ตรวจสอบไม่ได้ที่ pH 10.0 สอดคล้องกับงานวิจัยที่กล่าวว่าเอนไซม์เซลลูเลสที่ได้จากเชื้อรามีกิจกรรมเอนไซม์ที่ pH 2.5 – 7.0 (Clarke, 1997) เชื้อราที่มีประสิทธิภาพสูงในการสังเคราะห์ endocellulase คือ *A. niger* เนื่องจากแสดงผลของเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสที่มีขนาดกว้าง10.0 10.5 และ 7.5 มม. ที่ pH 3.0 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ รองลงมาคือ *Arthroderma* sp. Isolate2 และ *Arthroderma* sp. Isolate1 ส่วน *Penicillium* sp. นั้น มีความจำเพาะต่อ Av substrate สามารถสังเคราะห์ exocellulase ได้ในสภาวะที่เป็นกรด กลาง และเบส (pH 3.0 7.0 และ10.0) เนื่องจากแสดงผลของเส้นผ่านศูนย์กลางของวงใสที่มีขนาดกว้าง 8.0 11.0 และ 6.0 มม. ที่ pH 3.0 7.0 และ 10.0 ตามลำดับ

สรุปผล

การคัดแยก จำแนกและให้ชื่อวิทยาศาสตร์เชื้อราได้ 9 ชนิด คือ *Arthroderma* sp. isolate1, *Arthroderma* sp. isolate2, *A. fumigatus* Fresenius, *A. fumigatus* var.*ellipticus, A. niger, A. thomii* Smith, *Bispora* sp., *Penicilium* sp. และ *Trichothecium roseum*

เชื้อราที่มีคุณสมบัติในการสังเคราะห์เอนไซม์ endo-cellulase ได้ดีที่สภาวะกรด กลางและเบส (pH 3.0 7.0 และ 10.0) คือ *A. niger, Arthroderma* sp. Isolate2 และ *Arthroderma* sp. Isolate1 ตามลำดับ

เชื้อราที่มีคุณสมบัติในการสังเคราะห์เอนไซม์ exo-cellulase ได้ดีที่สภาวะกรด กลางและเบส (pH 3.0 7.0 และ 10.0) คือ *Penicillium sp., A. niger* และ *A. fumigatus* Fresenius ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอกราบขอบพระคุณ อาจารย์ ดร.สุพรรนี อะโอกิ อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคณะอาจารย์ประจำสาขาวิทยาศาสตรศึกษา บัณฑิตวิทยาลัย และภาควิชาชีววิทยา คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยราชภัฏอุบลราชธานี ที่กรุณาให้คำปรึกษา ให้การสนับสนุนในการทำวิจัยโดยตลอด และตรวจแก้ไขรายงานวิจัย จนทำให้งานวิจัยฉบับนี้เสร็จสมบูรณ์

เอกสารอ้างอิง

Clarke, J. C., 1997, Biodegration of Cellulose, Technomic Publishing Company, Inc. Pennsylvnia, 5 p.

Kader, A. J. and Omar, O., 1998, Isolation of Cellulolytic Fungi from Satap – Kinabalu Park, Sabah, ASEAN Review of Biodiversity and Environmental Conservation, 2 : np.

Kenneth, B. R. and Dorothy, I. F., 1965, The Genus *Aspergillus*, The Williams & Wilkins, Baltimore, 230 – 280.

Barnett, H. L. and Barry, B., Hunter, 1986, Illustrated Genera of Imperfect Fungi, Macmilla Publishing, New York, 108 p.

Domsch K. H., Game W. and Traute – Heidi Anderson, 1980, Compendium of Soil Fungi, Academic Press. London. 65 – 75 p.

Hayashida, S., Ohta, K. and Mo, K. 1988, Celulase of *Humicola insolens* and *Humicula grisea,* Methods in Enzymology, 160: 323 – 332.

Kansarn, S., *et.al*, 2000,Purification and properties of two *Endo*-cellulases from *Acremonium cellulolyticus*, Journal of Applied, Glycoscience, 47: 293 – 302.

Okada, G. and Nisizawa, K., 1975, Enzymatic studies on a cellulose system of *Trichoderma viride* III. Transglycosylation properties of two cellulose components of random type, Journal of Biochemistry, 78: 297 – 306.

Rippon, J. W., Gerhold, R. and Heath, M., 1980, Thermophillic and thermotolerant fungi isolated from the thermal effluent of nuclear power generating reactors: Dispersal of human opportunistic and veterinary pathogenic fungi, Mycopathologia, 70: 169 – 179.

Wood, T. M. and Wilson, C. A., 1984, Some properties of the *endo*-(1,4)–β–D-glucanase synthesized by the anaerobic cellulolytic rumen bacterium *Ruminococcus albus,* Canadian Journal of microbiology, Journal Microbial, 30: 316 – 321.

การเปรียบเทียบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยจากพืช 5 ชนิดต่อการควบคุมด้วงงวงข้าวโพด

Comparison the Efficiency of essential oils from 5 species to Control Maize Weevil *(Sitophilus zeamais)*

ศศธร สิงขรอาจ[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] อรพิน เกิดชูชื่น[1] และ พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์[2]
Singkhornart. S.[1], N. Laohakunjit[1], O. Kerdchoechuen[1] and P. Sirisoontaralak[2]

Abstract

Essential oils from 5 species: holy basil, turmeric, hairy basil, kaffir lime and sweet basil were extracted by simultaneous steam distillation-extraction. Refractive index values were 1.52, 1.51, 1.48, 1.51 and 1.47, respectively. Kaffir lime gave the highest yield at 0.45 %(w/w) followed by turmeric, holy basil, sweet basil and hairy basil at 0.36, 0.09, 0.05 and 0.04, respectively. For toxicity towards the maize weevil *(Sitophilus zeamais)*, results showed that turmeric, sweet basil, holy basil and hairy basil essential oils, at concentration greater than 15 $\mu l.cm^{-2}$, were highly toxic produced 100% mortality within 1 day after treated fumigation. However, turmeric essential oil at 7.5 $\mu l.cm^{-2}$, lowest concentration used in this study, gave 100% mortality within 5 day after treated as fumigant. Repellent efficacy of essential oils to maize weevil showed that essential oil from hairy basil at 1-8 $\mu l.cm^{-2}$ was the most potent repellence of 80.1-100% followed dy sweet basil, turmeric, holy basil and kaffir lime, respectively.

Keywords : Plant essential oil, *Sitophilus zeamias*, Toxicity, Repellent

บทคัดย่อ

การสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืช 5 ชนิด คือ กะเพราแดง ขมิ้นชัน แมงลัก มะกรูด และโหระพา โดยวิธีการกลั่นพร้อมสกัด (simultaneous steam distillation-extraction) พบว่าน้ำมันหอมระเหยจากพืช 5 ชนิด มีค่า refractive index เท่ากับ 1.52, 1.51, 1.48, 1.51, และ1.47 ตามลำดับ น้ำมันหอมระเหยมะกรูดให้ %yield สูงที่สุด รองลงมาคือ ขมิ้นชัน กะเพราแดง โหระพา และแมงลัก (ร้อยละ 0.45, 0.36, 0.09, 0.05, และ 0.04%(w/w) ตามลำดับ) และพบว่าน้ำมันหอมระเหยจากขมิ้นชัน โหระพา กระเพราแดง และแมงลัก ความเข้มข้นสูงกว่า 15 $\mu l.cm^{-2}$ มีประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพด โดยแมลงดังกล่าวตายทั้งหมด (100%) ภายใน 1 วันหลังการรม (fumigation) อย่างไรก็ตามน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันเข้มข้น 7.5 $\mu l.cm^{-2}$ สามารถฆ่าด้วงงวงข้าวโพดทั้งหมดได้ แต่ต้องใช้เวลา 5 วันหลังการรม ส่วนประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยต่อการไล่ด้วงงวงข้าวโพด พบว่าน้ำมันหอมระเหยแมงลักเข้มข้น 1-8 $\mu l.cm^{-2}$ สามารถไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ดีที่สุด (ร้อยละ 80.1-100) รองลงมาเป็นน้ำมันหอมระเหยจากโหระพา ขมิ้นชัน กระเพราและมะกรูด ตามลำดับ

คำสำคัญ : น้ำมันหอมระเหย ด้วงงวงข้าวโพด ความเป็นพิษ ฤทธิ์การไล่

คำนำ

ปัญหาที่สำคัญในการเก็บรักษาข้าว คือ การปนเปื้อนหรือการเข้าทำลายของแมลงต่างๆ (insect infestation) โดยเฉพาะด้วงงวงข้าวโพด วิธีการรม (fumigation) เป็นวิธีการดั้งเดิมที่ประหยัดและใช้จัดการศัตรูผลผลิต สารที่นำมาใช้เพื่อการรม ต้องระเหยได้ง่าย (volatility) ไม่ไวไฟ ไม่กัดกร่อนและไม่ดูดซึมเข้าเมล็ดธัญพืช (Lee และคณะ, 2001) สารที่นิยมใช้ทั่วไปได้แก่ เมทิลโบรไมด์ (methyl bromide) ถึงแม้ว่าเป็นสารที่มีประสิทธิภาพดี แต่ในปัจจุบันมีข้อห้ามเนื่องจากทำลายโอโซน (WMO, 1995) มีพิษต่อสัตว์เลือดอุ่นรวมทั้งมนุษย์ ส่วน phosphine ใช้กันแพร่หลายส่งผลให้แมลงมีความต้านทานต่อ phosphine มากขึ้น และเป็นพิษต่อเกษตรกร น้ำมันหอมระเหย (essential oil) เป็นสารทุติยภูมิ (secondary metabolite) ที่ระเหยง่าย มีความเป็นพิษสูงต่อแมลงที่เข้าทำลายเมล็ดธัญพืช แต่มีความเป็นพิษน้อยมากต่อสัตว์เลือดอุ่น (Isman, 2000) จึงเป็นแหล่งที่มีศักยภาพในการนำมาใช้ เป็นสารรม (fumigant) สามารถนำมาทดแทนสารเคมีกำจัดศัตรูพืช ดังนั้นงาน

[1]คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยพระจอมเกล้าธนบุรี กรุงเทพมหานคร 10150
[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkok 10150
[2]คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ กรุงเทพมหานคร 10110
[2]Faculty of Science,Srinakharinwirot University, Bangkok 10110

วิจัยนี้มีวัตถุประสงค์ในการสกัดและศึกษาประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยโดยใช้เป็นสาร biological activities เพื่อควบคุมการเข้าทำลายด้วงงวงข้าวโพด

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกพืช 5 ชนิด กะเพราแดง ขมิ้นชัน แมงลัก มะกรูด และโหระพา นำส่วนของพืชมาสับหรือบด นำไปสกัดด้วยวิธี Simultaneous steam Distillation-Extraction กลั่นและสกัดจนกว่าน้ำมันหอมระเหยหมดประมาณ 24 ชั่วโมง นำน้ำมันหอมระเหยที่สกัดได้มาวิเคราะห์ปริมาณน้ำมันหอมระเหยที่ได้ (% yield) ค่า refractive index (RI) โดยใช้ hand-refractrometer

ตรวจสอบประสิทธิภาพความเป็นพิษของน้ำมันหอมระเหยต่อด้วงงวงข้าวโพดบนกระดาษกรอง นำน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดที่ความเข้มข้น 0, 7.5, 15, 30, 60 μl.cm^{-2} ใน 1 ml acetone มาหยดลงบนกระดาษกรอง (whatman No.1) (เส้นผ่านศูนย์กลาง 70 mm พื้นที่ 38.5 cm^2) นำกระดาษกรองวางไว้ใน petri dish จากนั้นปล่อยให้ acetone ระเหยไปก่อน 10 นาที แล้วใส่ด้วงงวงข้าวโพดลงไป 20 ตัว (ตัวเต็มวัย 3-7 วัน) บันทึกอัตราการตายทุกวันจนถึงวันที่ 5 (Abbott, 1925) ส่วนการตรวจสอบประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยในการมีฤทธิ์ไล่ (repellent) โดยใช้วิธี area preference method (McDonald et al, 1970) โดยนำกระดาษกรอง (เส้นผ่านศูนย์กลาง 70 mm พื้นที่ 38.5 cm^2) มาตัดออกเป็นครึ่งหนึ่ง แล้วใส่สารละลายของน้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นดังนี้ 1, 2, 4, 8 μl.cm^{-2} ใน 0.5 ml acetone ส่วนกระดาษอีกครึ่งหนึ่งใส่ acetone เพียงอย่างเดียวตั้งไว้ 10 นาที แล้วนำทั้ง 2 ส่วนมาต่อกันด้วยเทปกาวใส ใส่ใน petri dish และปล่อยด้วงงวงข้าวโพด 20 ตัว (ตัวเต็มวัย 3-7 วัน) ไว้ตรงกลาง หลังจากนั้น 2 ชั่วโมง นับจำนวนแมลงในบริเวณที่ใส่สาร (Nt) และนับจำนวนแมลงบริเวณที่ใส่ acetone เป็นบริเวณควบคุม (Nc) บันทึกผล แล้วนำไปคำนวณเปอร์เซ็นต์การไล่แมลง (% PR = Percent Repellency) ของน้ำมันหอมระเหยแต่ละชนิดโดยใช้สูตร % PR = [(Nc-Nt)/(Nc+Nt)] x100 และกำหนดระดับการไล่ด้วงงวงข้าวโพดเป็น 0-5 ระดับ (Juliana and Su, 1983) ทำการทดลอง 4 ซ้ำ วางแผนการทดลองแบบ Completely Randomized Design

ผล

ผลการสกัดน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 5 ชนิด ค่า RI เป็นค่าการหักเหแสงของน้ำมันซึ่งบ่งบอกถึงความบริสุทธิ์ของน้ำมันหอมระเหย พบว่าน้ำมันที่ได้มีค่าการหักเหแสงแตกต่างกัน ($p \leq 0.05$) น้ำมันที่มีค่า RI มากที่สุดคือ น้ำมันหอมระเหยกะเพราแดง ขมิ้นชัน และโหระพา เนื่องจากมีสิ่งเจือปนที่อยู่ในน้ำมันมาก จึงทำให้เกิดการกระเจิงของแสงมาก ซึ่งสอดคล้องกับสีที่ได้จากการสังเกต ผิวของมะกรูดนำมาสกัดให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยมากที่สุด (0.45%(w/w)) รองลงมาเป็นน้ำมันขมิ้นชันที่ใช้ส่วนของรากและลำต้นใต้ดิน (0.36%(w/w)) ส่วนกะเพราแดง แมงลัก โหระพาใช้ส่วนของ และลำต้นให้ปริมาณน้ำมันหอมระเหยน้อยเท่ากับ 0.09, 0.05 และ 0.04%(w/w)) ตามลำดับ ดัง Table 1

Table 1 % yield of essential oil, color and refractive index.

essential oil	refractive index (RI)	color (visual appearance)	(% yield) (w/ w)
turmeric	1.5059^a	Dark yellow, clear	0.356
holy basil	1.5168^a	Dark yellow, clear	0.087
hairy basil	1.4779^b	Dark yellow, clear	0.039
sweet basil	1.5119^a	green yellow, clear	0.052
kaffir lime	1.4725^b	Orange yellow, clear	0.445

a, b, c, d within a column followed by the same letters are significantly different ($P \leq 0.05$)

สำหรับการตรวจสอบประสิทธิภาพความเป็นพิษต่อด้วงงวงข้าวโพดบนกรองกระดาษกรองของน้ำมันหอมระเหยทั้ง 5 ชนิดที่สกัดได้ พบว่ามีความแตกต่างกัน น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันที่ระดับความเข้มข้น 7.5 μl.cm^{-2} ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตายร้อยละ 100 ในวันที่ 5 แต่น้ำมันหอมระเหยโหระพา กะเพราแดง และแมงลัก ที่ความเข้มข้น 7.5 μl.cm^{-2} มีร้อยละการตายของด้วงงวงข้าวโพดเท่ากับ 91.25, 80.0 และ 81.25 ตามลำดับ ส่วนที่ความเข้มข้น 15, 30 และ 60 μl.cm^{-2}ของน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชัน โหระพา กะเพราแดง และแมงลัก ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตายทั้งหมดร้อยละ 100 ตั้งแต่วันที่ 1 ส่วนน้ำมันหอมระเหยผิวมะกรูดมีประสิทธิภาพต่ำกว่าน้ำมันชนิดอื่น คือ ที่ระดับความเข้มข้น 30 และ 60 μl.cm^{-2} ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตายร้อยละ 100 ในวันแรก ขณะที่ความเข้มข้น 15 μl.cm^{-2} ทำให้ด้วงงวงข้าวโพดตายร้อยละ 100 ภายในระยะเวลา 5 วัน และที่ระดับความเข้มข้น 7.5 μl.cm^{-2} ในวันที่ 5 ร้อยละการตายของด้วงงวงข้าวโพด เท่ากับ 91.25 (Figure 1)

การศึกษาประสิทธิภาพการไล่ของน้ำมันหอมระเหยจากพืชทั้ง 5 ชนิด ที่แสดงไว้ใน Table 2 พบว่า น้ำมันหอมระเหยแมงลักมีประสิทธิภาพในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดได้ดีกว่าพืชชนิดอื่น คือมีค่า PR 100% ในทุกความเข้มข้น เท่ากับการไล่ที่ระดับ 5 (80.1-100%) ในทุกความเข้มข้นตั้งแต่ 1-8 $\mu l.cm^{-2}$

Table 2 Repellent effects of volatile oils from five plants on *S. zeamais*.

	Percent Repellency (%PR)				
concentration $\mu l.cm^{-2}$	turmeric	holy basil	hairy basil	sweet basil	kaffir lime
8	92.5^{a} (V)	85.0^{a} (V)	100^{a} (V)	100^{a} (V)	85.0^{a} (V)
4	85.0^{a} (V)	75.0^{a} (IV)	92.5^{a} (V)	100^{a} (V)	65.0^{a} (IV)
2	82.5^{a} (V)	52.0^{a} (II)	72.5^{ab} (IV)	100^{a} (V)	37.0^{b} (0)
1	55.0^{b} (III)	-17.5^{b} (0)	62.5^{b} (IV)	100^{a} (V)	-62.5^{b} (0)

a, b, c, d within a column followed by the same letters are significantly different ($P \leq 0.05$)

Repellency Class (V) = 80.1-100 %, (IV) = 60.1-80 %, (III) = 40.1-60 %, (II) = 20.1-40 %, (I) = 0.1-20 %, (0)= PR < 0.1 %

วิจารณ์ผล

ประสิทธิภาพของน้ำมันหอมระเหยที่สกัดจากพืชทั้ง 5 ชนิด มีความสามารถในการควบคุมด้วงงวงข้าวโพดได้ดี เนื่องจากในน้ำมันหอมระเหยมีองค์ประกอบของสารหลายชนิด ผลการทดลองพบว่าอัตราการตายและความสามารถในการไล่ด้วงงวงข้าวโพด ขึ้นกับความเข้มข้นของน้ำมันหอมระเหยและเวลาที่ได้รับน้ำมันหอมระเหย น้ำมันหอมระเหยที่ความเข้มข้นสูงทำให้อัตราการตายและประสิทธิภาพการไล่สูงขึ้นด้วย และ การที่น้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันมีประสิทธิภาพดี เนื่องจากมีสารสำคัญ ได้แก่ phellandrene, eucalyptol, caryophyllene, turmerone, camphene, curlone, curcuminoids (polyphenol), atlantone, zingiberin, borneol, zingerene, 1,4-cineol, d-sabinene ได้จากการวิเคราะห์ด้วย gas chromatography-mass spectrometry (ข้อมูลไม่ได้แสดง) ซึ่งสารเหล่านี้โดยเฉพาะพวก mono และ sesquiterpenoids มีฤทธิ์ในการฆ่าแมลงแบบถูกตัวตาย และขับไล่แมลง (Tapondjou และคณะ, 2005) ซึ่งมีผลต่อโครงสร้างแมลงที่เป็นสัตว์ไม่มีกระดูกสันหลัง แต่มีระบบประสาทและระบบทางเดินหายใจกระจายอยู่ทั่วตัว โดยมีกลไกการออกฤทธิ์ยับยั้งแบบ reversible competitive inhibitor ต่อ enzyme acetylcholinesterase (Ryan และ Byrne, 1988)

สรุปผล

เมื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพน้ำมันหอมระเหยพืชทั้ง 5 ชนิดที่สามารถควบคุมด้วงงวงข้าวโพดดีที่สุดคือน้ำมันหอมระเหยขมิ้นชันมีความเป็นพิษ ส่วนน้ำมันหอมระเหยแมงลักมีประสิทธิภาพในการไล่ ถึงแม้ว่าน้ำมันหอมระเหยผิวมะกรูดมีปริมาณผลผลิตมากที่สุดแต่มีความเป็นพิษและฤทธิ์ในการไล่ด้วงงวงข้าวโพดน้อยที่สุด

เอกสารอ้างอิง

Abbott, W. S., 1925, A method of computing the effectiveness of an insecticide, Journal of Economic Entomology, 18: 265-267.

Isman, M., 2000, Plant essential oils for pest and disease management, Crop Protect, 19: 603-608.

Lee, B. H., Choi, W, S., Lee, S, E., and Park, B. S., 2001, Fumigant toxicity of essential oils and their constituent compounds towards the rice weevil, *Sitophilus oryzae* (L.), Crop Protect, 20: 317-320.

McDonald, L. L., Guy, R. H. and Speirs, R. D., 1970, Preliminary evaluation of new candidate materials as toxicants, repellant and attractants against stored product insect, Marketing Research Report, No.882, Agricultural Research Service, United State Department of Agriculture, Washington.

Juliana, G. and Su, H. C. F., 1983, Laboratory studies on several plant materials as insect repellents for protection of cereal grains, Journal of Economic Entomology, 76: 165-175.

Tapondjou, A. L., Adler, C., Fontem, D. A., Bouda, H. and Reichmuth, C., 2005, Bioactivity of cymol and essential oil of *Eucalyptus saligna* and *Cupressus sempervirens* against *Sitophilus zeamais* Motschulsky and *Tribolium confusum* du val, Journal of Stored Products Research, 41: 91-102

Ryan, M. F. and Byrne, O., 1988, Plant-insect coevolution and inhibition of acetylcholinesterase, Journal

of Chemical Ecology, 14: 1965-1975.

World Meteorological Organization, 1995, Scientific assessment of ozone depletion: World Meteorological Organization global ozone research and monitoring project, Report no. 37. WMO, Geneva, Switzerland.

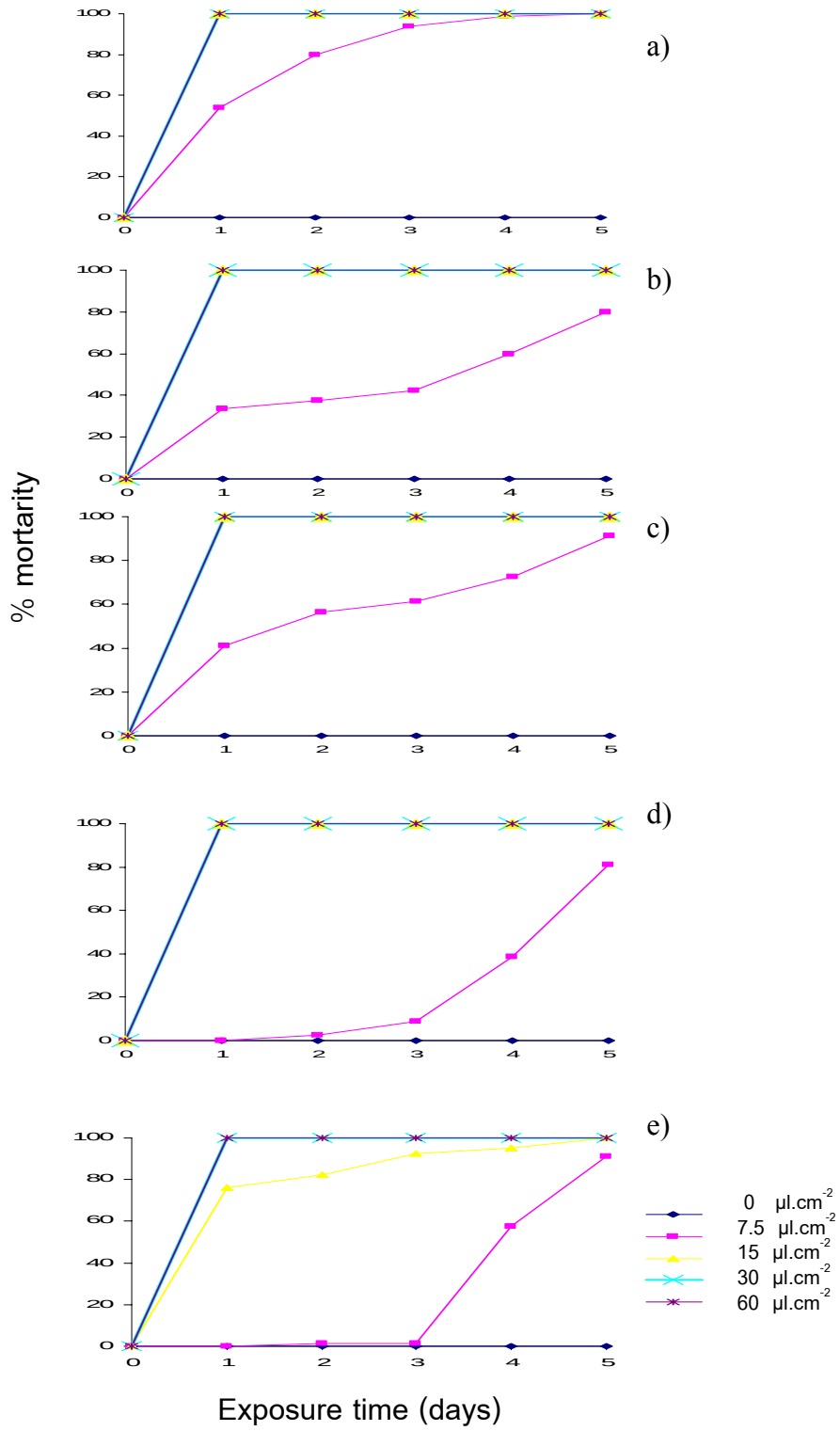


Figure 1 Percentage mortality of *S. zeamais* exposed to essential oil from turmeric (a), sweet basil (b), hairy basil (c), holy basil (d) and kaffir lime (e) impregnated on filter paper.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 299-302 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 299-302 (2550)

สารยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชจากรากลำเจียก

Weed Germination Inhibitor from Rhizomes of *Coix aquatica* Roxb

วิมลพรรณ รุ่งพรหม[1] และ สุปราณี แก้วกระจ่าง[1]
Rungprom, W.[1] and S. Krawkrajang[1]

Abstract

The preliminary screening for inhibitory weed germination activity from the extract of tropical weed in rice field suggested that the ethyl acetate extract of the rhizome of *Coix aquatica* Roxb. exhibited high inhibitory weed germination activity against the seed of *Mimosa pigra* at the concentration 10 mg/ml which revealed 85 % inhibition. Bioassay – Guided fractionation of the active ethyl acetate extract led to the isolation of a two compounds. By the assistant of spectroscopic method, nuclear magnetic resonance spectroscopy (NMR) and mass spectrophotometry suggested the structure of bioactive compound as *p*-methoxybenzoic acid (**1**) cylindol B (**2**). Both compounds showed inhibition against the seed germination of *Mimosa pigra* at concentration 10 mg/mL of 75 % and 80%, respectively

Keywords : weed germination, *Mimosa pigra*, *Coix aquatica* Roxb.

บทคัดย่อ

จากการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช ด้วยสารสกัดของวัชพืชเขตร้อนในนาข้าวของไทย พบว่าสารสกัดเอทิลแอซีเตต ความเข้มข้น 10 mg/ml ของรากลำเจียก *Coix aquatica* Roxb แสดงผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ได้ดี โดยมีเปอร์เซนต์การยับยั้งการงอกร้อยละ85 ผู้วิจัยจึงทำการแยกสารโดยใช้ฤทธิ์การยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบ เป็นตัวชี้นำการแยกสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ พบว่าเมื่อแยกสารและทำสารให้บริสุทธิ์โดยวิธีทางโครมาโทรกราฟี สามารถแยกสารได้ประกอบ 2 ชนิด เมื่อพิสูจน์โครงสร้างของสารที่แยกได้โดยใช้เทคนิคทางสเปกโทรสโกปี ได้แก่ นิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์ และแมสเปกโทรเมทรี พบว่าสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพดังกล่าวคือ กรดพารา-เมทอกซีเบนโซอิก (p-methoxybenzoic acid, **1**) ไซลินดอล บี (cylindol B, **2**) สารบริสุทธิ์ทั้งสองชนิด แสดงการยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ ที่ความเข้มข้น 10 mg/ml โดยมีร้อยละของการยับยั้งเป็น 75 และ 80 ตามลำดับ

คำสำคัญ : การยับยั้งการงอกของเมล็ด ไมยราบยักษ์ ลำเจียก

คำนำ

"แอลลีโลพาที" (allelopathy) เป็นคำที่มาจากภาษากรีก แปลว่า เป็นพิษ หรือผลเสียซึ่งกันและกัน เป็นปฏิกิริยาทางชีวเคมีระหว่างพืชทุกชนิดรวมทั้งจุลินทรีย์ ที่มีทั้งยับยั้ง และการกระตุ้นการเจริญเติบโต (Olofsdotter,1976) ต่อมาได้ขยายคำจำกัดความของแอลลีโลพาทีว่า เป็นความเสียหายอันเกิดเนื่องจากพืชชั้นสูงชนิดหนึ่ง ที่มีผลต่อการงอก การเจริญเติบโต และการพัฒนาของพืชอีกชนิดหนึ่ง (Rimando, 2001) ซึ่งสารประกอบทางเคมีของต้นพืชต้นหนึ่งที่ถูกปล่อยออกสู่สภาพแวดล้อม สารที่ถูกปลดปล่อยออกมานี้เรียกว่า แอลลีโลเคมีคอล (allelochemical, allelopathic compound) (Joung และ Chung 2000) การศึกษาพบว่าแอลลีโลพาธีที่เกิดจากวัชพืชนั้น มีผลต่อการเจริญเติบโตต่อพืชโดยกระบวนการต่างๆ เช่น allelopathic compound มีการขัดขวางกระบวนการต่างๆ ของพืชดังนี้ cell division, cell elongation, hormone-induced growth, membrane permeability, mineral uptake, available phosphorus และ potassium stomata opening photosynthesis ดัวรายงานการวิจัยการใช้วัชพืช เช่น พวก *Cenchrus arvesis*, *Chenopodium album* และ *Crisum arvens* จะมีสาร allelopathic compound ที่สามารถขัดขวางกระบวนการแบ่งเซลล์แบบ mitosis ในรากของข้าวสาลี (Olofsdotter, 2001) วัชพืชพวก *Amarathus rethoflexus* และ *Setaria invidis* มีสาร allelopathic compound ที่ขัดขวางกระบวนการดูดซึม

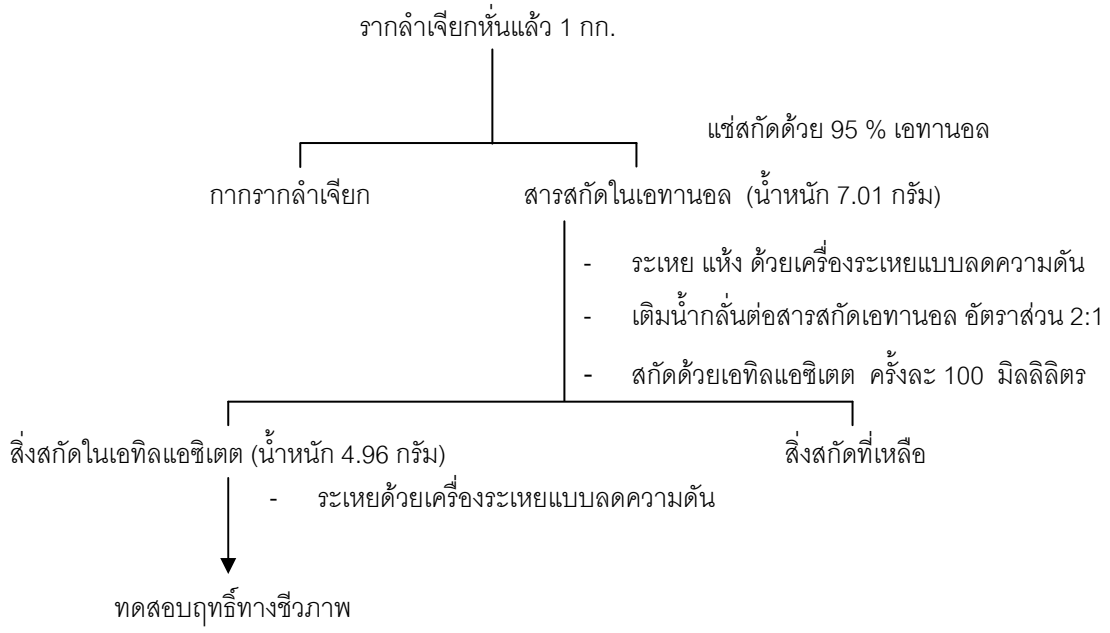
[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา อำเภอพระนครศรีอยุธยา จังหวัดพระนครศรีอยุธยา 13000
[1]Faculty of Science and Technology, Phranakhon Si Ayutthaya Rajabhat University, Phranakhon Si Ayutthaya district, Phranakhon Si Ayutthaya province, 13000

ฟอสฟอรัสของพืชตระกูลถั่ว วัชพืช *Agropyron repens* เมื่อเจริญเติบโตแข่งขันกับต้นข้าวโพดจะปลดปล่อยสารที่ทำให้ข้าวโพดมีการดูดซึมธาตุไนโตรเจน และฟอสฟอรัสลดลง สารที่ปลดปล่อยออกจากใบของวัชพืช *Salvia leucophylla* สามารถยับยั้งการแบ่งเซลล์ (cell division) ในรากของต้นกล้าพืชตระกูลกะหล่ำ วัชพืช *Juglans nigra* จะมีสารที่เป็นพิษ และสารที่ทำลายมะเขือเทศ (ชาญ,2536) ชนิดของสารที่เป็น allelopathic compound ได้แก่ caffeic acid, chlorogeic acid, cinnamic acid, coumaric acid, ferulic acid, *p*-hydroxybenzaldehyde, vanillic acid และ vanillin (พรชัย, 2540)

ส่วนหนึ่งของงานวิจัย เรื่องการศึกษาสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพของวัชพืชในนาข้าวในเขตภาคกลางของประเทศไทย พบว่าสารสกัดจากรากลำเจียก (*Coix aquatica* Roxb.) ชื่อสามัญว่า water coix อยู่ในวงศ์ Gramineae ลำเจียก เป็นวัชพืชใบเลี้ยงเดี่ยว มีอายุหลายปี มีระบบรากฝอยในดิน (rhizome) และรากลอยน้ำ ลำเจียกเจริญเติบโตได้ดีตามริมแหล่งน้ำหรือในน้ำ แสดงผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชหลายชนิด (ธวัชชัย, 2540) งานวิจัยมีวัตถุประสงค์ที่จะแยกสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพดังกล่าว จากต้นลำเจียกซึ่งมีอยู่เป็นจำนวนมากในนาข้าวและแม่น้ำลำคลองทำให้กีดขวางการจราจรทางน้ำ ซึ่งการวิจัยสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากรากลำเจียกนอกจากเป็นการเพิ่มข้อมูลทางพฤกษเคมี (photochemistry) และนำวัชพืชมาใช้ให้เกิดประโยชน์สูงสุด

อุปกรณ์และวิธีการ

เครื่องฟูเรียร์ทรานฟอร์ม อินฟาเรดสเปกโทสโกปี (Fourier Transform Infrared Spectrometer, FTIR) เครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี (Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer, NMR) ความถี่ 400 เมกกะเฮิร์ท เครื่อง UV (UV chamber) ของบริษัท CAMAG เครื่องระเหยตัวทำสารละลายแบบลดความดัน (Rotary evaporator) ตู้เพาะ (growth chamber) รุ่น 620R ของบริษัท contherm การสกัดรากลำเจียกด้วยตัวทำละลาย นำรากลำเจียกน้ำหนัก 1 กิโลกรัม มาสกัดดังนี้



ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช ใช้ตามวิธีของ จำนงค์ และคณะ (2542) โดยนำสารสกัดรากลำเจียกมาละลายด้วย 10 % อะซิโตนในน้ำกลั่น เตรียมสารละลายมีความเข้มข้นที่ 4 ระดับ ได้แก่ 1, 10, 50 และ 100 mg/ml ใน 10 % อะซิโตนในน้ำกลั่น นำกระดาษเพาะ 2 แผ่นวางในจานแก้ว (petri dish) ขนาด 9 เซนติเมตร นำเมล็ดไมยราบยักษ์ที่ทำการขลิบปลายเมล็ด (cutting) เพาะให้มีความยาวราก 2 มิลลิเมตร ใส่กระดาษเพาะลงใน petri dish ละ 20 เมล็ด ใส่สารละลายความเข้มข้นต่างๆ ที่เตรียมไว้ 8 มิลลิลิตร ทิ้งให้ 10 % อะซิโตนระเหยออก และมีน้ำกลั่นเป็นตัวเปรียบเทียบ ทุกกรรมวิธีทำซ้ำ 3 ครั้ง นำจานแก้วดังกล่าวไปทำการทดสอบที่อุณหภูมิปกติ และในตู้เพาะ ที่ควบคุมอุณหภูมิที่ 25°C ความชื้นสัมพัทธ์ 95% ให้แสง เป็นเวลา 3 วัน จึงวัดผล โดยการนับจำนวนเมล็ดที่งอก

ทำการแยกสารโดยใช้ฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชเป็นตัวชี้นำการแยกและการสกัด โดยใช้เทคนิคทางโครมาโทรกราฟี และทำสารให้บริสุทธิ์ด้วยวิธีที่เหมาะสมได้แก่ การทำโครมาโทรกราฟีซ้ำ และการตกผลึก เมื่อได้สารบริสุทธิ์แล้วทำการวิเคราะห์สมบัติทางกายภาพ พร้อมทั้งวิเคราะห์สูตรโครงสร้างด้วย เครื่องนิวเคลียร์แมกเนติกเรโซแนนซ์สเปกโทรสโกปี (Nuclear Magnetic Resonance Spectrometer, NMR) ความถี่ 400 เมกกะเฮิร์ท โดยใช้ $CDCl_3$ และ CD_3OD เป็นตัวทำละลาย

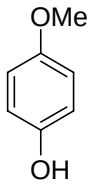
ผลและวิจารณ์ผล

1. ทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้น ในการยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืช

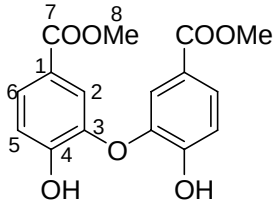
จากการทดสอบฤทธิ์ทางชีวภาพเบื้องต้นในการยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ พบว่าสารสกัดเอทิลแอซิเตตของรากลำเจียก ที่มีความเข้มข้น 10 mg/mL *Coix aquatica* Roxb แสดงผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ได้ดี โดยมีการยับยั้งการงอกร้อยละ 85 (Mean ± SE, n = 2) จึงได้ทำการแยกสารจากส่วนของเอทิลแอซิเตต

2. การพิสูจน์สูตรโครงสร้างของสารยับยั้งการงอกของเมล็ดวัชพืชพืชจากรากลำเจียก

จากการแยกสารในสิ่งสกัดเอทิลแอซีเตตซึ่งเป็นส่วนสกัดที่แสดงฤทธิ์ทางชีวภาพ โดยวิธีคอลัมน์โครมาโทรกราฟี และการตกผลึก จะได้สาร 2 ชนิดดังนี้



1 (2.05 mg)



2 (1.08 mg)

สาร **1** ผลึกใสไม่มีสี จุดหลอมเหลว 190-192 °C การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง NMR แสดงสัญญาณดังต่อไปนี้ ^{1}H NMR (δ, multiplicities), OMe (δ3.81, s), aromatic region (δ6.70 – δ6.99) OH (δ 9.09, br s) เปรียบเทียบกับสารมาตรฐาน กรดพารา-เมทอกซีเบนโซอิก (*p*-methoxybenzoic acid) โดยการวิเคราะห์ด้วยทินแลร์เยอร์โครมาโทรกราฟี พบว่ามีค่า R_f เท่ากันในทุกระบบตัวทำละลาย จึงสรุปว่า สาร **1** คือ กรดพารา-เมทอกซีเบนโซอิก

สาร **2** ผลึกใสไม่มีสี จุดหลอมเหลว 217-219 °C IR (film) ν max 3360 , 1695 cm^{-1} การวิเคราะห์โครงสร้างด้วยเครื่อง NMR แสดงสัญญาณดังต่อไปนี้ ^{1}H NMR (δ, multiplicities), 2XOMe (δ 3.90, s), aromatic proton (δ 7.09, d, *J* = 7.9 Hz), (δ 7.52, d, *J* =1.8 Hz), (δ 7.80, d,d, *J* = 7.9, 1.8 Hz) ^{13}C NMR (CD_3OD, 125 MHz) δ 52.5 (q,C-8), δ 118 (d, C-5), δ 121.5 (d,C-2), δ123.0 (s, C-1), δ128.0 (d, C-6), δ145.5 (s, C-3), δ154.8 (s, C-4), δ168.0 (s,C-7) High resolution mass spectrometry : 318.0751 (cal. for $C_{16}H_{14}O_7$) ดังนั้นสารดังกล่าวคือ ไซลินดอล บี (cylindol B, **2**) ซึ่งเคยมีรายงานการค้นพบในหญ้าคาซึ่งเป็นพืชในวงศ์เดียวกัน (Matsunagaและคณะ , 1994)

ผลการยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ ด้วยสาร **1** และ **2** พบว่าเมื่อใช้กรดพารา-เมทอกซีเบนโซอิก (p-methoxybenzoic acid , **1**) ไซลินดอล บี (cylindol B, **2**) สารบริสุทธิ์ทั้งสองชนิด แสดงการยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ ที่ความเข้มข้น 10 mg/ml โดยมีร้อยละของการยับยั้งเป็น 75 (± 3) และ และ 80 (± 4) (Mean ± SE, n = 2)ตามลำดับ

สรุปผล

ในการศึกษาการสกัดสารจากรากลำเจียกโดยใช้ฤทธิ์ทางชีวภาพเป็นตัวชี้นำ สารสกัดเอทิลอะซิเตตที่มีฤทธิ์ทางชีวภาพ มาทำการผ่านคอลัมน์โครมาโทกราฟี ทำการตกผลึกจนได้สารบริสุทธิ์ 2 ชนิด ทำการวิเคราะห์สูตรโครงสร้างด้วยเครื่อง NMR พบว่าสารดังกล่าว คือ กรดพารา-เมทอกซีเบนโซอิก (*p*-methoxybenzoic acid , **1**) ไซลินดอล บี (cylindol B , **2**) สารบริสุทธิ์ทั้งสองชนิด แสดงการยับยั้งการงอกของเมล็ดไมยราบยักษ์ ที่ความเข้มข้น 10 mg/ml โดยมีร้อยละของการยับยั้งเป็น 75 (± 3) และ 80 (± 4) (Mean ± SE, n = 2) ตามลำดับ

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ ผศ. ดร. ปรีชา ภูวไพรศิริศาล ภาควิชาเคมี คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่เอื้อเฟื้อการวิเคราะห์สารด้วยเครื่อง NMR ศูนย์วิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีมหาวิทยาลัยราชภัฏพระนครศรีอยุธยา ที่สนับสนุนสถานที่และเครื่องมือวิทยาศาสตร์ในการดำเนินงานวิจัยในครั้งนี้

เอกสารอ้างอิง

ชาญ มงคล, 2536, ข้าว, ตำราเอกสารวิชาการฉบับที่ 63, ภาคพัฒนาตำราและเอกสารวิชาการ หน่วยศึกษานิเทศก์ กรมการฝึกหัดครู, โรงพิมพ์การศาสนา, กรุงเทพฯ.

จำนงค์ กาญจนบุรางกูร,ปทุม บุญนะฤที และพิศาล วสุวานิช, 2542, อิทธิพลของการปฏิบัติต่อเมล็ดก่อนเพาะเพื่อเร่งการงอกของเมล็ดไม้ป่า 10 ชนิด, รายงานวนวัฒนวิจัย.สำนักวิชาการป่าไม้, กรมป่าไม้, กรุงเทพฯ, หน้า 162-182.

ธวัชชัย รัตน์ชเลศ และ เจมส์ เอฟ. แมกซ์เวล, 2540, รายชื่อวัชพืชที่มีรายงานพบในประเทศไทย, สำนักพิมพ์เวิร์คเพลส, กรุงเทพฯ, 286 หน้า.

พรชัย เหลืองอาภาพงศ์, 2540, วัชพืชศาสตร์, สำนักพิมพ์รั้วเขียว, กรุงเทพฯ, 585 หน้า.

Chung, I. M., 2003, Comparison of Allelopathic Potential of Rice Leaves, Straw and Hull Extract on Barnyardgrass, 95: 1063-1070.

Joung, K. A. and Chung, I. M., 2000, Allelopathic Potential of Rice Hulls Germination and Seeding Growth of Barnyardgrass, Agronomy Journal, 92: 1162-1167.

Matsunaga, K., Ikeda, M., Shibuya, M., Ohizumi, Y., 1994, Cylindol A, A Novel Biphenyl Ether with 5-Lipoxygenase Inhibitory Activity and Related Compounds from *Imperata cylindirca*, The Journal of Natural Products, 57(9): 1290-1293.

Olofsdotter, M. and Mallik, U. L., 1976, Allelopathy Symposium, Agronomy Journal, 93: 1-2.

Olofsdotter, M., 2001, Rice-A Step Toward Use of Allelopathy, Agronomy Journal, 93: 3-8.

Rimando, M. A., 2001, Searching for Rice Allelochemical: An Example of Bioassay-Guideed Isolation, Agronomy Journal, 93: 16-20.

การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นดอกรักภายหลังการตัดแต่งกิ่ง

A Study on Growth of Giant Indian Milkweed (Crown Flower : *Calotropis gigantea* R. Br.) after Hard Pruning

กาญจนา เหลืองสุวาลัย[1] ศิริชัย อริยานนท์ภิญโญ[1] และ นิพนธ์ ทรัพย์ทิพย์[1]
Luangsuwalai, K.[1], S. Ariyanonpinyo[1] and N. Supthip[1]

Abstract

The growth of two commercial cultivars of giant indian milkweed (crown flower), cv. Khaew and Toom, after hard pruning were studied. The study was conducted in a farmer's field located at Bangkhuntian, Bangkok during July 2005 – March 2006. It was found that both cultivars had the same pattern of simple sigmoid growth curve. The new flower development occurred after 6 weeks of hard pruning. The yield of both cultivars was slowly increased and reached maximum within 6-7 months after pruning. 'Toom' gave higher yield per plant than 'Khaew'. Number of bud and inflorescences, size of inflorescence and number of flower per inflorescence in 'Toom' were more than 'Kaew' but 'Kaew' had the bigger size of flower and longer pedicel than 'Toom'.

Keywords : Crown flower, Growth, Production

บทคัดย่อ

การศึกษาการเจริญเติบโตของต้นดอกรักพันธุ์การค้า 2 สายพันธุ์ คือพันธุ์แก้ว และพันธุ์ตุ้ม ในแปลงปลูกดอกรักเป็นการค้าของเกษตรกรในเขตบางขุนเทียน กรุงเทพมหานคร ระหว่างเดือน กรกฎาคม 2548 – เดือนมีนาคม 2549 พบว่าภายหลังการตัดแต่งกิ่ง ต้นดอกรักทั้งสองพันธุ์มีการเจริญเติบโตแบบ simple sigmoid ต้นดอกรักเริ่มให้ผลผลิตภายหลังการตัดแต่งกิ่ง 6 สัปดาห์ และผลผลิตค่อยๆ เพิ่มขึ้น เมื่อต้นดอกรักมีการเจริญเติบโตทางต้นมากขึ้น และผลผลิตเพิ่มสูงสุดภายใน 6-7 เดือนภายหลังการตัดแต่งกิ่ง ต้นดอกรักพันธุ์ตุ้มมีจำนวนตา และจำนวนผลผลิตสูงกว่าต้นดอกดอกรักพันธุ์แก้ว ดอกรักทั้งสองพันธุ์ใช้ระยะเวลาในการพัฒนาของช่อดอกไม่แตกต่างกัน ดอกรักพันธุ์ตุ้มมีช่อดอกขนาดใหญ่กว่าและมีจำนวนดอกต่อช่อมากกว่าดอกรักพันธุ์แก้ว จึงทำให้ผลผลิตของดอกรักพันธุ์ตุ้มสูงกว่าดอกรักพันธุ์แก้ว แต่ดอกรักพันธุ์แก้วมีขนาดใหญ่และ มีก้านดอกย่อยยาวกว่าดอกรักพันธุ์ตุ้ม

คำสำคัญ : ดอกรัก การเจริญเติบโต ผลผลิต

คำนำ

ต้นดอกรักเป็นไม้พุ่มยืนต้น ถึงแม้ว่าปัจจุบันต้นรักเป็นพืชที่มีความสำคัญทางเศรษฐกิจไม่มากเท่ากับไม้ตัดดอกชนิดอื่นๆ เนื่องจากราคาของดอกรักค่อนข้างต่ำและ มีความผันแปรตลอดเวลา ทำให้เกษตรกรส่วนใหญ่ปลูกพืชชนิดอื่นที่มีราคาดีกว่า และเป็นที่ต้องการของตลาดมากกว่า อย่างไรก็ตามดอกรักเป็นดอกไม้ที่มีคุณค่าทางด้านศิลปะและวัฒนธรรมของไทย โดยคนไทยนิยมนำดอกรักมาใช้ในการร้อยมาลัย และทำพานพุ่มในงานพิธีต่างๆ (อุไรวรรณ และคณะ, 2548) ดอกรักที่พบในประเทศไทยมีเพียง 2 สี คือสีขาวและสีม่วง แต่ที่นิยมปลูกเป็นการค้าจะพบเฉพาะดอกรักสีขาวเท่านั้น การที่ดอกรักมีมูลค่าทางการตลาดค่อนข้างต่ำ จึงทำให้การศึกษาข้อมูลต่างๆ ของดอกรักมีน้อย และค่อนข้างหายาก ดังนั้นจึงได้ทำการศึกษาการเจริญเติบโต การออกดอกและการให้ผลผลิตของต้นดอกรักภายหลังการตัดแต่งกิ่ง เพื่อเป็นข้อมูลสำหรับเกษตรกรและผู้สนใจ

อุปกรณ์และวิธีการ

คัดเลือกต้นดอกรักสีขาวพันธุ์แก้วและพันธุ์ตุ้มที่มีขนาดลำต้นใกล้เคียงกันจากสวนปลูกดอกรักเป็นการค้าของเกษตรกร ซึ่งแต่ละต้นมีตอประมาณ 6-7 ตอ จำนวน 10 ต้น/พันธุ์ จากนั้น ตัดตอต้นรักให้มีความสูงวัดจากระดับพื้นดิน 30 เซนติเมตร ติดป้ายหมายเลขต้น คัดเลือกต้นตอที่สมบูรณ์ จำนวน 2 ตอ/ต้น เพื่อเก็บข้อมูลต่างๆ ดังต่อไปนี้ จำนวนตาทั้งหมด

[1]โปรแกรมวิชาเกษตรศาสตร์ ภาควิชาวิทยาศาสตร์ประยุกต์ คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยราชภัฏบ้านสมเด็จเจ้าพระยา กรุงเทพฯ 10600
[1]Department of Applied Science, Faculty of Science and Technology, Bansomdejchaopraya Rajabhat University, Bangkok 10600

บนตอ ความยาวของกิ่งหลัก (กิ่งที่เจริญออกมาจากต้นตอ) จำนวนใบบนกิ่งหลัก จำนวนตาบนกิ่งหลัก ทุกสัปดาห์ เมื่อต้นเริ่มออกดอก เก็บเกี่ยวดอกรักระยะดอกตูมแตกถึงระยะดอกบานนำมาชั่งน้ำหนัก เพื่อศึกษาผลผลิตของดอกที่ได้ภายหลังการตัดแต่งกิ่ง และการศึกษาลักษณะของดอกและช่อดอกของดอกรักพันธุ์แก้วและพันธุ์ตุ้ม ทำโดยสุ่มติดเครื่องหมายที่ช่อดอก ต้นละ 5 ช่อ จำนวน 10 ต้น/พันธุ์ บันทึกดังนี้ ขนาดดอก ความยาวก้านดอกย่อย จำนวนดอกต่อช่อ

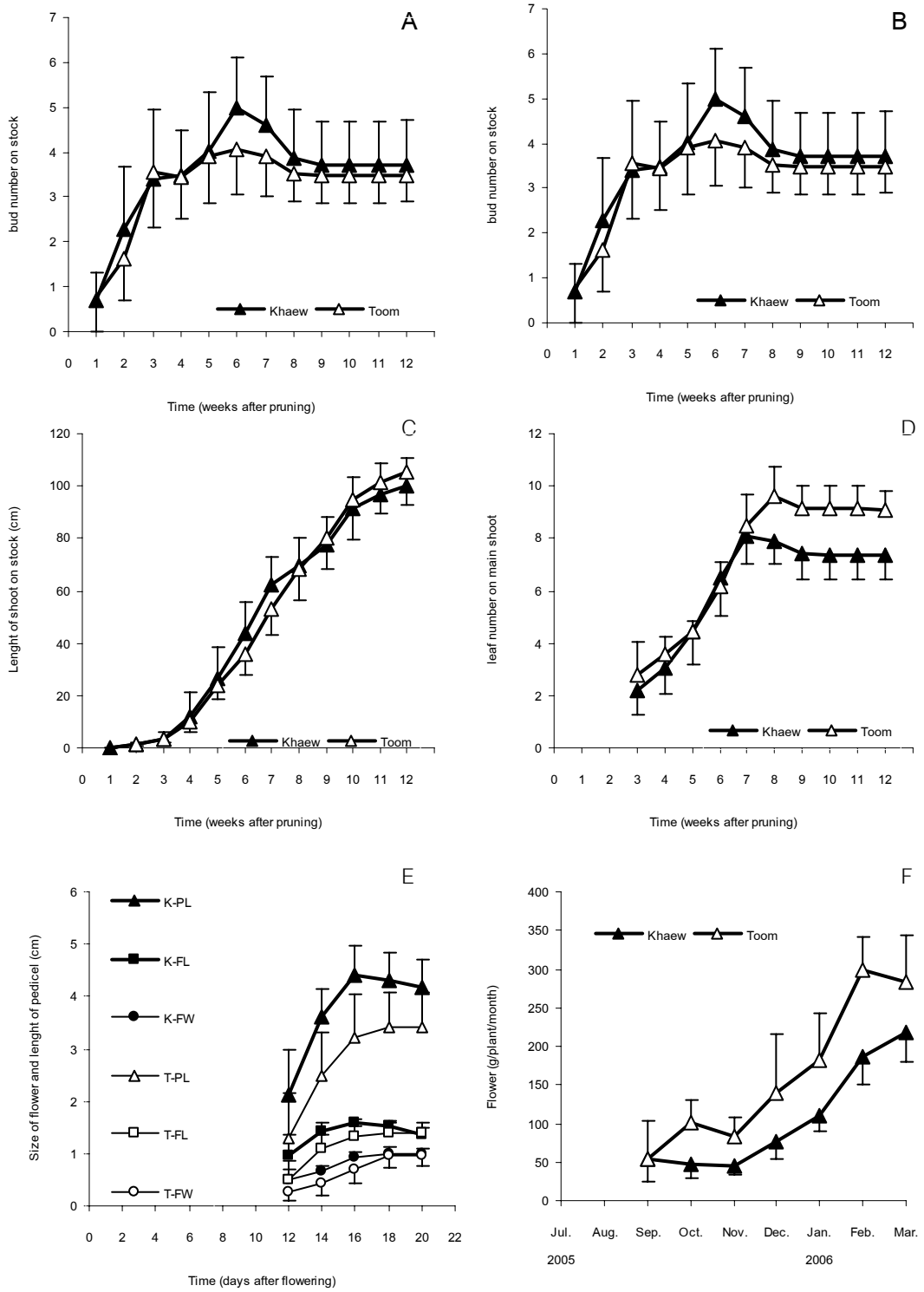


Figure 1 จำนวนตาบนต้นตอ (A) จำนวนตาบนกิ่งหลัก (B) ความยาวของกิ่งหลัก (C) จำนวนใบบนกิ่งหลัก (D) ขนาดดอกและความยาวของก้านดอกย่อย (E) และผลผลิตของดอกรักพันธุ์แก้ว และพันธุ์ตุ้มภายหลังการตัดแต่งกิ่ง

ผล

ภายหลังการตัดแต่งกิ่ง ต้นดอกรักทั้งสองพันธุ์มีจำนวนตาเพิ่มขึ้นตั้งแต่สัปดาห์แรก และเพิ่มขึ้นสูงที่สุดในสัปดาห์ที่ 6 ภายหลังการตัดแต่งกิ่ง หลังจากนั้นจำนวนตาบนต้นตอของต้นรักทั้งสองพันธุ์ลดลงเล็กน้อย และจำนวนตาคงที่ไม่มีการเปลี่ยนแปลงตั้งแต่สัปดาห์ที่ 8 ภายหลังการตัดแต่งกิ่ง โดยต้นรักพันธุ์แก้วมีจำนวนตามากกว่าต้นรักพันธุ์ตุ้ม (Figure 1A) กิ่งหลักที่เจริญออกมาจากตาบนตอเริ่มวัดความยาวได้หลังการตัดแต่งกิ่ง 3-4 สัปดาห์ ความยาวของกิ่งเพิ่มขึ้นอย่างรวดเร็วและต่อเนื่องจนถึงสัปดาห์ที่ 12 จากนั้นความยาวของกิ่งหลักเพิ่มขึ้นน้อยมาก (Figure 1C) เมื่อกิ่งหลักยาวประมาณ 40-50 เซนติเมตร เริ่มสังเกตเห็นตาบนกิ่งหลัก โดยจำนวนตา (Figure 1B) และจำนวนใบ (Figure 1D) เพิ่มมากขึ้นตามความยาวกิ่งที่เพิ่มขึ้น ต้นรักพันธุ์ตุ้ม มีจำนวนตาบนกิ่งหลักมากกว่าต้นรักพันธุ์แก้ว ต้นรักทั้งสองพันธุ์ ผลผลิตดอกรักค่อยๆ เพิ่มขึ้นจนกระทั่งให้ผลผลิตสูงสุดในเดือนที่ 6-7 หลังการตัดแต่งกิ่ง โดยต้นรักพันธุ์ตุ้มให้ผลผลิตสูงกว่าต้นรักพันธุ์แก้ว (Figure 1E) โดยต้นรักพันธุ์ตุ้มมีปริมาณผลผลิตเฉลี่ย 163.19 กรัม/ต้น/เดือน ในขณะที่ต้นรักพันธุ์แก้วให้ผลผลิตเฉลี่ย 105.61 กรัม/ต้น/เดือน ดอกรักพันธุ์แก้วมีขนาดใหญ่ และก้านดอกย่อยยาวกว่าดอกรักพันธุ์ตุ้ม (Figure 1F และTable 1) ดอกรักพันธุ์แก้วใช้เวลาการพัฒนาของดอกและช่อดอกมากกว่าดอกรักพันธุ์ตุ้มเล็กน้อย (Table 2)

วิจารณ์ผล

การเจริญเติบโตของต้นดอกรักพันธุ์แก้วและพันธุ์ตุ้มภายหลังการตัดแต่งกิ่ง มีการเจริญเติบโตแบบ simple sigmoid กิ่งหลักของต้นดอกรักพันธุ์แก้วมีความยาวเฉลี่ย 100 เซนติเมตร และกิ่งหลักของต้นดอกรักพันธุ์ตุ้มมีความยาวเฉลี่ย 105.50 เซนติเมตร ซึ่งใกล้เคียงกับรายงานตามเอกสารของ วิชัย (2527) ที่รายงานว่า ต้นดอกรักที่ปลูกโดยมีระยะปลูก 1.5 x 1.5 เมตร จะความยาวของกิ่งหลักเฉลี่ย 109.67 เซนติเมตร ต้นดอกรักทั้ง 2 พันธุ์เริ่มที่จะให้ผลผลิตในสัปดาห์ที่ 6 ภายหลังการตัดแต่งกิ่ง ผลผลิตดอกรักของต้นรักทั้งสองพันธุ์ภายหลังการตัดแต่งกิ่ง พบว่าต้นดอกรักพันธุ์ตุ้มให้ผลผลิตมากกว่าต้นดอกรักพันธุ์แก้ว ทั้งนี้อาจเนื่องจากการที่ดอกรักพันธุ์ตุ้มมีช่อดอกขนาดใหญ่ และมีจำนวนตาบนกิ่งหลักมากกว่าดอกรักพันธุ์แก้ว และจากการสอบถามเกษตรกรทำให้ทราบว่าเกษตรกรมีการโน้มกิ่งหลักของต้นดอกรักให้ติดดิน เพื่อทำให้ต้นดอกรักเกิดกิ่งย่อยจำนวนมาก ซึ่งส่งผลให้มีจำนวนช่อดอกเพิ่มมากขึ้นตามจำนวนกิ่งที่เพิ่มขึ้น เนื่องจากช่อดอกรักจะเกิดที่ปลายยอดของแต่ละกิ่ง จึงทำให้ดอกรักพันธุ์ตุ้มให้ผลผลิตสูงกว่าดอกรักพันธุ์แก้ว ซึ่งสอดคล้องกับรายงานของ ขวัญตา (2540) ต้นดอกรักทั้งสองพันธุ์ใช้เวลาในการเจริญและพัฒนาช่อดอกใกล้เคียงกัน

Table 1 เปรียบเทียบลักษณะต่างๆ ของดอกรักพันธุ์แก้ว และพันธุ์ตุ้ม

ลักษณะ	พันธุ์แก้ว	พันธุ์ตุ้ม
จำนวนดอกต่อช่อต่ำสุด-สูงสุด	17-21 ดอก	24-29 ดอก
จำนวนดอกต่อช่อเฉลี่ย	18 ดอก	26 ดอก
ความกว้างเฉลี่ย x ความยาวเฉลี่ยของดอก	0.9 ซม. x 1.6 ซม.	0.7 ซม. x 1.4 ซม.
ความยาวก้านช่อดอก และความยาวก้านดอกเฉลี่ย	9.7 ซม. และ 4.2 ซม.	10 ซม. และ 3.6 ซม.
น้ำหนักดอกรักเฉลี่ย	0.45 กรัม	0.45 กรัม
ผลผลิตเฉลี่ย (กรัม/ต้น/เดือน)	105.61 ± 25.58	163.19 ± 48.64
เวลาตั้งแต่เห็นช่อดอก - ดอกสุดท้ายภายในช่อบาน	31 วัน	29 วัน
เห็นช่อดอก - ดอกแรกบาน	18 วัน	16 วัน
ดอกแรกบาน - ดอกแรกร่วง	7 วัน	8 วัน
เห็นช่อดอก – เก็บเกี่ยวครั้งแรก (ระยะดอกตูมปริแตก)	17-19 วัน	15-19 วัน

Table 2 ระยะเวลาที่ใช้ในการเจริญและพัฒนาของดอกรักพันธุ์แก้ว และพันธุ์ตุ้ม

ลักษณะ	ระยะเวลา (วัน)	
	พันธุ์แก้ว	พันธุ์ตุ้ม
เริ่มสังเกตเห็นช่อดอกขนาดเล็ก ที่ปลายกิ่ง	1 – 4	1 - 2
ดอกเป็นตุ่มสีเหลืองมีขนาดโตขึ้น	5 - 8	3
เห็นรูปร่างของดอกได้อย่างชัดเจนขึ้น	9 -10	5
ดอกมีขนาดใหญ่	11 - 13	10 - 13
กลีบดอกรักชั้นนอกเริ่มมีรอยแตก	17	15
ดอกแรกบาน	18	16
ดอกชุดแรกทยอยบาน	19 - 20	19 - 20
กลีบของดอกแรกที่บานเริ่มเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล	23	23 - 24
กลีบดอกที่บานชุดแรกทยอยเปลี่ยนเป็นสีน้ำตาล และหลุดร่วงไป	24 – 27	25 - 28
ดอกตูมชุดใหม่บานทั้งช่อ	29	31
กลีบดอกของดอกชุดหลังเริ่มเป็นสีน้ำตาล และทยอย ร่วงจนหมด	30 - 33	32 - 34

สรุปผล

ต้นดอกรักทั้งสองพันธุ์ เริ่มให้ผลผลิตในสัปดาห์ที่ 6 ภายหลังการตัดแต่งกิ่ง ต้นดอกรักพันธุ์ตุ้มให้ผลผลิตสูงกว่าพันธุ์แก้ว ส่วนพันธุ์ตุ้มมีช่อดอกขนาดใหญ่ และมีจำนวนตาบนกิ่งหลักมากกว่าพันธุ์แก้ว ต้นดอกรักที่มีกิ่งย่อยจำนวนมาก ทำให้มีจำนวนช่อดอกเพิ่มขึ้นตามจำนวนกิ่งที่เพิ่มขึ้น

เอกสารอ้างอิง

ขวัญตา กังวาลชิรธาดา, 2540, ต้นรัก : ประโยชน์มากกว่าการร้อยมาลัย หน้า.130–131, ใน พานิชย์ ยศปัญญา. รวมฮิตไม้ตัดดอกเมืองร้อน, สำนักพิมพ์มติชน, กรุงเทพฯ.

วิชัย ตันติเวชวุฒิกุล, 2527, การศึกษาระยะปลูกของต้นรัก, ปัญหาพิเศษปริญญาตรี, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, กรุงเทพฯ.

อุไรวรรณ ถายา, อดิศร กระแสชัย และ ดำเนิน กาละดี, 2548, การปรับปรุงพันธุ์ดอกรัก, วิทยาศาสตร์เกษตร, 36(5-6): 108–110.

วิจัยและพัฒนาการผลิตข้าวอินทรีย์ในพื้นที่จังหวัดอุดรธานี : การเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นข้าวภายใต้การผลิตแบบเกษตรอินทรีย์และใช้สารเคมี

Research and Development of Organic Rice Production in Udon Thani Province : Comparison of Growth and Development of Rice Growing between Organic Farming and Non-organically Farming

อรรจนา ด้วงแพง[1] และ วัลยา อุตโรกุล[1]
Duangpaeng, A.[1] and W. Utarokul[1]

Abstract

Farmers in Han Thao Village, Kud Jab District, Udon Thani Province cultivated organic rice by plowing under rice stubble after harvest and growing legume. Amount of organic fertilizer was put into farm before rice cultivation. Growth and development of rice plants were measured and compared with that grown by chemically farming. Seedlings were planted in July 2005 and were sampled to measure growth and development in October 2005 and yield in November 2005. Rice grown organically had plant height, average number of stalks per plant, stalks weight, average of leaf width more than that grown by chemically farming. Average of leaf height was similar. Yields of both were compared. Rice grown organically had number of ears, number of grains per ear, percentage of good grains, fresh weight and dry weight of 1,000 grains higher than that grown by chemically farming. Grain width and length of both was not significantly different.

Keywords : organic rice, organic agriculture, growth and development

บทคัดย่อ

เกษตรกรบ้านหันเทา อำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานี ได้ริเริ่มการทำนาด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ มีการไถกลบตอฟาง ปลูกถั่วพร้า และใส่ปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงบำรุงดินก่อนการดำนา เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์และแบบใช้สารเคมี ต้นกล้าปักดำในเดือนกรกฎาคม 2548 และสุ่มตัวอย่างต้นข้าวจากสองพื้นที่เพื่อวัดผลการเจริญเติบโตในเดือนตุลาคม 2548 และวัดผลผลิตในเดือนพฤศจิกายน 2548 พบว่าต้นข้าวที่เจริญเติบโตในนาที่ที่ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์มีความสูงของต้น จำนวนต้นเฉลี่ยต่อกอ น้ำหนักของต้นข้าวต่อกอ ความกว้างเฉลี่ยของใบธง มากกว่าต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบใช้สารเคมี ในขณะที่มีความยาวเฉลี่ยของใบธงไม่แตกต่างกัน เมื่อให้เปรียบเทียบผลผลิตต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์มีจำนวนรวงเฉลี่ยต่อกอ ความยาวเฉลี่ยขอรวง จำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่อรวง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของ 1,000 เมล็ด มากกว่าต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบใช้สารเคมี แต่ต้นข้าวในนาทั้งสองแบบมีความกว้างและความยาวเฉลี่ยของเมล็ดข้าวกล้องไม่แตกต่างกัน

คำสำคัญ : ข้าวอินทรีย์ เกษตรอินทรีย์ การเจริญเติบโต

คำนำ

พื้นที่เกษตรกรรมของบ้านหันเทา อำเภอกุดจับ จังหวัดอุดรธานี ส่วนหนึ่งเป็นพื้นที่ชลประทาน ได้รับน้ำชลประทานจากอ่างเก็บน้ำห้วยหลวง สามารถทำการผลิตพืชได้ตลอดปี เกษตรกรในพื้นที่มีอาชีพทำนา ปลูกอ้อย ถั่วลิสง แตงโม พริกขี้หนู และรับจ้างผลิตเมล็ดพันธุ์ เป็นพื้นที่ที่มีการใช้สารเคมีทางการเกษตรในปริมาณสูง ทั้งปุ๋ยเคมีและสารเคมีกำจัดศัตรูพืช กลุ่มเกษตรบ้านหันเทา จึงได้ริเริ่มการทำนาด้วยระบบเกษตรอินทรีย์ มีวัตถุประสงค์หลักเพื่อให้เกษตรกรบ้านหันเทาลดการใช้สารเคมี เปลี่ยนมาใช้วิธีการทำนาแบบเกษตรอินทรีย์ มีการไถกลบตอฟาง ปลูกถั่วและใส่ปุ๋ยหมักเพื่อปรับปรุงบำรุงดินก่อนการทำนา ไม่ใช้สารเคมีใดๆ ในแปลงนา ในปี พ.ศ. 2548 มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานีได้ดำเนินงานวิจัยแบบมีส่วนร่วมกับชุมชนเพื่อศึกษาศักยภาพการผลิตข้าวอินทรีย์ของบ้านหันเทา เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและผลผลิตของต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบอินทรีย์กับแบบใช้สารเคมี

[1]มหาวิทยาลัยราชภัฏอุดรธานี 64 ถนนทหาร ตำบลหมากแข้ง อำเภอเมือง จังหวัดอุดรธานี 41000
[1]Udon Thani Rajabhat University 64 Tahan Road, Tambon Makkhaeng, Muang District, Udon Thani 41000

อุปกรณ์และวิธีการ

การทำนาของเกษตรกรบ้านหันเทานั้นเริ่มจากการไถกลบตอฟางหลังการเก็บเกี่ยวในเดือนพฤศจิกายน จากนั้นจึงหว่านเมล็ดถั่วหรือโสนปลายเมษายน และไถกลบในเดือนมิถุนายน เมื่อฝนตกฟางข้าว ต้นถั่วและวัชพืชได้เน่าเปื่อยดีแล้ว จึงใส่ปุ๋ยอินทรีย์ ที่มีวัตถุดิบเป็นรำ แกลบดิบ แกลบดำ และปุ๋ยคอก (อัตราส่วน 1:1:1) ปริมาณ 250-300 กก. ต่อไร่ ใช้น้ำหมักชีวภาพสูตรหอยเชอรี่ที่เกษตรกรผลิตเองใช้เป็นหัวเชื้อปุ๋ยหมัก ไถพรวนและปรับหน้าดิน ก่อนปักดำใส่น้ำหมักชีวภาพ และเริ่มปักดำประมาณกลางเดือนกรกฎาคม ใส่น้ำหมักชีวภาพอีกครั้งเมื่อข้าวแตกกอ การใส่น้ำหมักชีวภาพใช้ขันตักสาดเข้าไปในแปลงนา ต้นกล้าข้าว พันธุ์ กข. 6 อายุ 30 วัน ปักดำในเดือนกรกฎาคม 2548 และสุ่มตัวอย่างต้นข้าวจากนาที่ผลิตแบบอินทรีย์และแบบใช้สารเคมี โดยในพื้นที่ 100 ตร.ม. ทำการสุ่มตัวอย่างต้นข้าวในพื้นที่ 1 ตร.ม. 4 ซ้ำ วัดผลการเจริญเติบโตในเดือนตุลาคม 2548 และผลผลิตในเดือนพฤศจิกายน 2548

ผล

ผลการศึกษาการเจริญเติบโตของต้นข้าวพันธุ์ กข. 6 ในนาที่ผลิตแบบอินทรีย์และแบบใช้สารเคมี พบว่าต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบอินทรีย์มีความกว้างของใบ ความสูงของต้น จำนวนต้นต่อกอ และน้ำหนักของต้นข้าวต่อกอ มากกว่าต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบใช้สารเคมี แต่มีความยาวของใบไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 1)

Table 1 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นข้าวพันธุ์ กข. 6 ในนาที่ผลิตแบบอินทรีย์และแบบใช้สารเคมี

ทรีตเมนท์	การเจริญเติบโตของต้นข้าว				
	ความกว้างเฉลี่ยของใบ (ซม.)	ความยาวเฉลี่ยของใบ (ซม.)	ความสูงเฉลี่ยของต้น (ซม.)	จำนวนต้นเฉลี่ยต่อกอ	น้ำหนักต้นข้าวต่อกอ (ก.)
ผลิตแบบอินทรีย์	1.29	50.49	170.11	15.36	66.44
ผลิตแบบใช้สารเคมี	1.17	48.53	154.26	11.30	65.96
T-test	**	NS	*	*	**
C.V. %	4.88	6.16	3.32	4.02	6.57

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
NS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ผลการศึกษาผลผลิตของต้นข้าวพันธุ์ กข. 6 ในนาที่ผลิตแบบอินทรีย์และแบบใช้สารเคมี พบว่าต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบอินทรีย์มีจำนวนรวงต่อกอ ความยาวเฉลี่ยของรวง และจำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง มากกว่าต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบใช้สารเคมี แต่มีเปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่อรวงน้อยกว่า (Table 2)

Table 2 เปรียบเทียบการเจริญเติบโตของต้นข้าวพันธุ์ กข. 6 ในนาที่ผลิตแบบอินทรีย์และแบบใช้สารเคมี

ทรีตเมนท์	ผลผลิตของต้นข้าว			
	จำนวนรวงเฉลี่ยต่อกอ	ความยาวเฉลี่ยของรวง (ซม.)	จำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง	เปอร์เซ็นต์เมล็ดเต็มต่อรวง
ผลิตแบบอินทรีย์	17.60	24.11	129.21	0.94
ผลิตแบบใช้สารเคมี	14.40	24.00	125.43	0.95
T-test	*	**	*	**
C.V. %	17.44	3.62	0.19	1.57

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
NS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

ผลการศึกษาผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยวของข้าวพันธุ์ กข. 6 จากนาที่ผลิตแบบอินทรีย์และแบบใช้สารเคมี พบว่า ต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบอินทรีย์มีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของ 1,000 เมล็ด มากกว่าต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบใช้สารเคมี แต่มีความกว้างและความยาวเฉลี่ยของเมล็ดข้าวกล้องไม่แตกต่างกันทางสถิติ (Table 3)

Table 3 เปรียบเทียบผลผลิตภายหลังการเก็บเกี่ยวของต้นข้าวพันธุ์ กข. 6 ในนาที่ผลิตแบบอินทรีย์และแบบใช้สารเคมี

ทรีตเมนท์	ผลผลิตของต้นข้าว			
	น้ำหนักสดของ 1,000 เมล็ด	น้ำหนักแห้งของ 1,000 เมล็ด	ความกว้างของเมล็ดข้าวกล้อง (ซม.)	ความยาวของเมล็ดข้าวกล้อง (ซม.)
ผลิตแบบอินทรีย์	25.96	25.90	0.20	0.70
ผลิตแบบใช้สารเคมี	25.48	25.90	0.19	0.69
T-test	*	*	NS	NS
C.V. %	0.22	0.19	2.25	9.23

** แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 99%
* แตกต่างกันทางสถิติที่ระดับความเชื่อมั่น 95%
NS ไม่แตกต่างกันทางสถิติ

วิจารณ์ผล

การปรับปรุงดินในการผลิตแบบเกษตรอินทรีย์ของเกษตรกรบ้านหันเทา ที่ผสมผสานทั้งการไถกลบตอฟางหลังการเก็บเกี่ยว การใช้ปุ๋ยพืชสดและปุ๋ยอินทรีย์ การใช้น้ำหมักชีวภาพ มีผลให้ต้นข้าวในนาที่ผลิตอินทรีย์มีการเจริญเติบโตทางลำต้นและให้ผลผลิตมากกว่าต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบใช้สารเคมีทั้งความกว้างของใบ ความสูงของต้น จำนวนต้นต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ ความยาวเฉลี่ยของรวง จำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของ 1,000 เมล็ด ซึ่งสอดคล้องกับอนนต์และคณะ (2537) ที่รายงานว่า ข้าวพันธุ์ กข. 23 ตอบสนองต่อปุ๋ยมูลสัตว์หลายชนิดได้ดี และพบว่าการใส่ปุ๋ย 7-14 วันก่อนการดำนามีแนวโน้มทำให้ต้นข้าวเจริญเติบโตได้ดีกว่าการใส่ปุ๋ย 1 วันก่อนการดำนา แตกต่างจากสุมิตรา (2538) ซึ่งได้รายงานผลการปรับปรุงบำรุงดินด้วยปุ๋ยพืชสดหลายชนิดและพบว่าค่าผลผลิตไนโตรเจนที่ข้าวดูดไปใช้ไม่ค่าแตกต่างกัน ไม่มีผลต่อจำนวนรวงต่อตารางเมตร เปอร์เซ็นต์เมล็ดดี และน้ำหนัก 1,000 เมล็ด ทั้งนี้วิฑูร (2547) ได้อธิบายถึงหลักการพื้นฐานของเกษตรอินทรีย์ซึ่งประกอบไปด้วยการหมุนเวียนของธาตุอาหารในแปลง ทำให้ธาตุอาหารหมุนเวียนได้อย่างสมดุลและครบวงจร โดยเลือกใช้อินทรีย์วัตถุที่มีอยู่ในท้องถิ่น ดังนั้นการไถกลบตอฟาง และการปลูกถั่วแล้วไถกลบถั่วจึงเป็นหลักการพื้นฐานของเกษตรอินทรีย์ โดยหมุนเวียนเอาธาตุอาหารจากพืชและจากสิ่งแวดล้อมกลับลงสู่แปลง แล้วจึงเพิ่มเติมเอาธาตุอาหารจากภายนอกลงในแปลงด้วยการเติมปุ๋ยอินทรีย์ เพิ่มประสิทธิภาพการย่อยสลายด้วยการเติมจุลินทรีย์ลงในแปลงนา

สรุปผล

ต้นข้าวพันธุ์ กข. 6 ในนาที่ผลิตแบบเกษตรอินทรีย์มีการเจริญเติบโตและผลผลิต ด้านความกว้างของใบ ความสูงของต้น จำนวนต้นเฉลี่ยต่อกอ จำนวนรวงต่อกอ ความยาวเฉลี่ยของรวง จำนวนเมล็ดทั้งหมดต่อรวง น้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของ 1,000 เมล็ดมากกว่าต้นข้าวในนาที่ผลิตแบบใช้สารเคมี แต่มีความยาวของใบ และขนาดของเมล็ดข้าวกล้องไม่แตกต่างกันทางสถิติ

เอกสารอ้างอิง

อนนต์ สุขสวัสดิ์, พนัส สุวรรณธาดา และ ดิเรก อิตาพรม, 2537, อิทธิพลของปริมาณและระยะเวลาในการใส่ปุ๋ยอินทรีย์ชนิดต่างๆ ต่อการเจริญเติบโตและผลผลิตของข้าว, วารสารวิชาการเกษตร, 12(2): 94-101.

สุมิตรา ภู่โรดม, 2538, ความจำเป็นประโยชน์ของไนโตรเจนจากปุ๋ยพืชสดต่อการเจริญเติบโตของข้าวในดินกรดจัด, วารสารดินและปุ๋ย, 17(4): 226-235.

วิฑูร ปัญญากุล, 2547, เกษตรอินทรีย์ ทำอย่างไรจึงได้รับการรับรอง, มูลนิธิสายใยแผ่นดิน, กรุงเทพฯ, 110 หน้า.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 310-313 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 310-313 (2550)

สภาวะขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตและมวลชีวภาพของต้นกล้ายางพารา

Effect of Water Deficit on Growth and Biomass of Rubber Seedling

ระวี เจียรวิภา[1] อิบรอเฮม ยีดำ[1] และ พิมพ์ภิลา ศุภเจริญกูล[1]

Chiarawipa, R.[1], I. Yeedum[1] and P. Supacharoenkun[1]

Abstract

The planting of rubber seedling exposed to survival rate that occurred in new traditional rubber plantation of Thailand. To study the feasibility of implementing a water regime program during the dry season or a non-optimal area of rubber plantation. Twenty rubber seedlings (RRIM 600) were grown in 24 litre pots under a transparent plastic roof in a completely randomized design with 4 treatments and 5 replications as follows: 1) daily watering (control), 2) 3-d interval watering, 3) 6-d interval watering, and 4) 9-d interval watering. The results indicated that soil water content was highest in the daily watering (20-25%), which was also associated with the best heights (136.00 cm), trunk diameter (1.49 cm), no. of petioles (44.00) and no. of leaflets (116.20). Also, the fresh and dry matter weight of roots (168.73 and 65.33 g), stems (186.10 and 83.30 g), petioles (25.23 and 7.90 g) and leaflets (103.87 and 49.63 g) were found in the daily watering treatment, with a statistically significantly difference among the treatments. It is suggested that rubber seedling should be frequently irrigated, which should improve growth and biomass accumulation in water deficit conditions.

Keywords : water deficit, growth, biomass accumulation, rubber seedling

บทคัดย่อ

จากผลกระทบด้านความมีชีวิตรอดของต้นกล้ายางพาราในเขตปลูกยางใหม่ของประเทศไทย จึงศึกษาสภาวะขาดน้ำในต้นกล้ายางพารา เพื่อใช้เป็นแนวทางในการจัดการน้ำในช่วงฤดูแล้งหรือสภาพพื้นที่ปลูกไม่เหมาะสม โดยใช้ต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 จำนวน 20 ต้น ปลูกลงในกระถางขนาด 24 ลิตร ภายในโรงเรือนหลังคาพลาสติกใส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 4 ทรีตเมนต์ คือ 1) ให้น้ำทุกวัน (ควบคุม) 2) ให้น้ำทุก 3 วัน 3) ให้น้ำทุก 6 วัน และ 4) ให้น้ำทุก 9 วัน ผลการทดลอง พบว่า การให้น้ำทุกวันทำให้มีความชื้นในดิน 20-25% และต้นกล้ายางพารามีการเจริญเติบโตด้านความสูง (136.00 ซม.) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (1.49 ซม.) จำนวนก้านใบ (44.00 ก้าน) และจำนวนใบย่อย (116.20 ใบ) ดีที่สุด และมีน้ำหนักสด (168.73 186.10 25.23 และ 103.87 กรัม) น้ำหนักแห้ง (65.33 83.30 7.90 และ 49.63 กรัม) ของราก ลำต้น ก้านใบ และใบย่อย ตามลำดับ ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับทรีตเมนต์อื่น ๆ จึงแสดงให้เห็นว่า ต้นกล้ายางพาราควรได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอ ซึ่งจะทำให้มีการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพสูงกว่าต้นกล้ายางพาราที่อยู่ในสภาวะขาดน้ำ

คำสำคัญ : สภาวะขาดน้ำ การเจริญเติบโต การสร้างมวลชีวภาพ ต้นกล้ายางพารา

คำนำ

ยางพารา (*Heavea brasiliensis*) เป็นพืชเศรษฐกิจสำคัญของประเทศไทย ซึ่งได้รับการส่งเสริมให้ขยายพื้นที่ปลูกไปยังเขตปลูกยางใหม่ทางภาคเหนือและภาคตะวันออกเฉียงเหนือ ส่งผลให้ผู้ผลิตกล้ายางและเกษตรกรในเขตพื้นที่ปลูกยางใหม่ต้องประสบปัญหาการตายของต้นกล้ายางหลังจากปลูกเพิ่มขึ้นจากเดิมประมาณ 10 เปอร์เซ็นต์ ปัญหาสำคัญอย่างหนึ่งที่ส่งผลต่อความมีชีวิตรอดของต้นกล้ายางในพื้นที่ดังกล่าว คือ การได้รับผลกระทบจากความแห้งแล้ง ซึ่งเป็นสาเหตุให้ต้นกล้าตายสูงถึง 93.48 เปอร์เซ็นต์ (กองบรรณาธิการ, 2549) ทำให้ศักยภาพในการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางต่ำกว่าปกติ (สถาบันวิจัยยาง, 2539) ประกอบกับในอดีตการปลูกยางพาราไม่ได้คำนึงถึงการจัดการน้ำที่เหมาะสมเพื่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต แต่จากสภาวะอากาศที่แปรปรวน รวมถึงสภาพพื้นที่ปลูกและสภาพอากาศที่แตกต่างกันในแต่ละภูมิภาคของประเทศไทย การ

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

[1]Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112

จัดการน้ำจึงกลายเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งในการผลิตยางพาราเช่นเดียวกับการผลิตไม้ผล ดังนั้นการศึกษาครั้งนี้ จึงน่าจะเป็นข้อมูลทางวิชาการที่เป็นประโยชน์ต่อการจัดการน้ำให้เหมาะสมกับต้นยางพาราพันธุ์ RRIM600 ในระยะยางอ่อน เพื่อหลีกเลี่ยงสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมและเป็นแนวทางในการเพิ่มความมีชีวิตรอด ร่วมถึงการร่นระยะเวลาในการเปิดกรีดให้เร็วขึ้นได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาโดยใช้ต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ระยะ 1 ฉัตร จำนวน 20 ต้น ปลูกลงกระถางขนาด 24 ลิตร ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2549 ถึง เดือนมีนาคม 2550 (9 เดือน) ภายในโรงเรือนหลังคาพลาสติกใส วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 4 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์มีจำนวนตัวอย่าง 5 ซ้ำ (1 ต้นต่อซ้ำ) ได้แก่ 1) ให้น้ำทุกวัน (ควบคุม) 2) ให้น้ำทุก 3 วัน 3) ให้น้ำทุก 6 วัน และ 4) ให้น้ำทุก 9 วัน ดูแลรักษาโดยให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 ตามคำแนะนำของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.) และรดน้ำจนถึงระดับ field capacity บันทึกการเปลี่ยนแปลงความชื้นในดินโดยวิธีเก็บตัวอย่างและชั่งน้ำหนักดิน (gravimetric method) บันทึกการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนก้านใบและจำนวนใบย่อย รวมถึงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบ ก้านใบ ลำต้นและราก

ผล

ผลของสภาวะขาดน้ำต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา

ผลจากการให้น้ำทุกวัน ทำให้ต้นกล้ายางพารามีค่าความสูง (136.00 ซม.) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (1.49 ซม.) จำนวนก้านใบ (44.00 ก้าน) และจำนวนใบย่อย (116.20 ใบ) สูงที่สุด โดยมีค่าใกล้เคียงกับการให้น้ำทุก 3 วัน คือ ทั้งความสูง (115.40 ซม.) เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น (1.15 ซม.) จำนวนก้านใบ (33.60 ก้าน) และจำนวนใบย่อย (90.20 ใบ) แต่แตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับต้นกล้ายางพาราที่ได้รับน้ำทุก 6 วัน ซึ่งมีความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนก้านใบ และจำนวนใบย่อยเท่ากับ 79.20 ซม. 0.89 ซม. 22.20 ก้าน และ 49.00 ใบ ตามลำดับ เช่นเดียวกับการให้น้ำทุก 9 วัน คือ 70.80 ซม. 0.75 ซม. 14.80 ก้าน และ 43.40 ใบ ตามลำดับ (Table 1)

ผลของสภาวะขาดน้ำต่อการสะสมมวลชีวภาพของต้นกล้ายางพารา

การให้น้ำทุกวันทำให้ต้นกล้ายางพาราสะสมมวลชีวภาพของใบ ก้านใบ ลำต้นและรากสูงที่สุด โดยมีน้ำหนักสดของใบ (103.87 กรัม) ก้านใบ (25.23 กรัม) ลำต้น (186.10 กรัม) และราก (168.73 กรัม) เช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งของใบ (49.63 กรัม) ก้านใบ (7.90 กรัม) ลำต้น (83.30 กรัม) และราก (65.33 กรัม) ซึ่งมีความแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับทรีตเมนต์อื่น ๆ รองลงมา คือ การให้น้ำทุก 3 6 และ 9 วัน ตามลำดับ (Table 2) ขณะที่การเปลี่ยนแปลงความชื้นในดิน พบว่า การให้น้ำทุกวันทำให้ดินมีความชื้นอยู่ในช่วง 20-25 เปอร์เซ็นต์ ส่วนการให้น้ำทุก 3 6 และ 9 วัน ดินมีความชื้นต่ำสุดประมาณ 15% 5% และ 4% ตามลำดับ (Figure 1)

Table 1 Growth and development of rubber seedling tree in the 4 treatments.

Treatment	Height (cm)	Trunk diameter (cm)	No. of petiole	No. of leaflet
daily watering (control)	136.00 ^{a}	1.49 ^{a}	44.00 ^{a}	116.20 ^{a}
3-d interval watering	115.40 ^{a}	1.15 ^{b}	33.60 ^{ab}	90.20 ^{ab}
6-d interval watering	79.20 ^{b}	0.89 ^{c}	22.20 ^{bc}	49.00 ^{c}
9-d interval watering	70.80 ^{b}	0.75 ^{c}	14.80 ^{c}	43.40 ^{c}
F-test	*	*	*	*
C.V. (%)	18.29	15.09	40.17	32.36

Means with the same superscript in each column are not significantly different by $LSD_{0.05}$

* = significant difference at $P \leq 0.05$

Table 2 Average values of rubber seedling parts after the treatments.

Rubber seedling parts	Treatment				F-test	C.V. (%)
	daily watering (control)	3-d interval watering	6-d interval watering	9-d interval watering		
Leaflet weight (g)	103.87 [a]	43.47 [bc]	32.43 [bc]	25.10 [c]	*	20.89
Petiole weight (g)	25.23 [a]	13.47 [b]	8.97 [bc]	6.30 [c]	*	25.34
Trunk weight (g)	186.10 [a]	97.90 [b]	40.93 [cd]	22.33 [d]	*	31.38
Root weight (g)	168.73 [a]	83.73 [b]	29.33 [c]	29.90 [c]	*	27.74
Leaflet dry weight (g)	49.63 [a]	15.07 [b]	10.87 [c]	10.13 [c]	*	18.76
Petiole dry weight (g)	7.90 [a]	3.83 [b]	2.53 [cd]	1.43 [d]	*	17.91
Trunk dry weight (g)	83.30 [a]	36.40 [b]	16.27 [cd]	8.83 [d]	*	26.91
Root dry weight (g)	65.33 [a]	29.37 [b]	11.43 [cd]	11.10 [d]	*	23.45

Means with the same superscript in each row are not significantly different by $LSD_{0.05}$

* = significant difference at $P \leq 0.05$

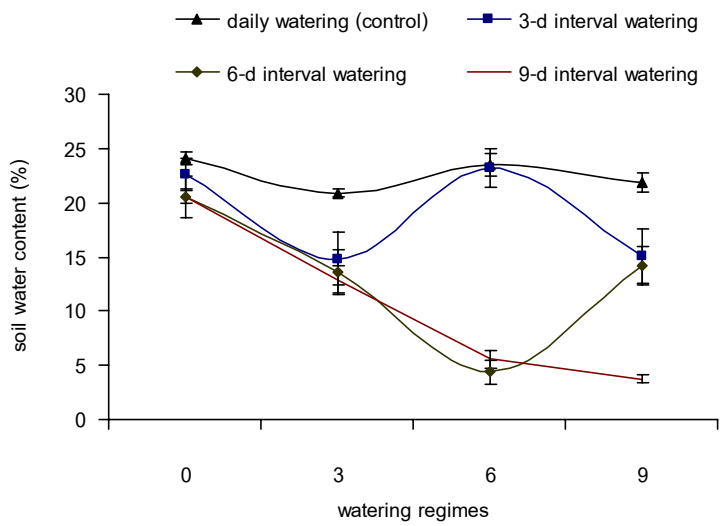


Figure 1 Changes of soil water content (%) in the 4 treatments.

วิจารณ์ผล

การให้น้ำต้นกล้ายางพาราทุก 1-3 วัน ทำให้ดินมีความชื้นอยู่ในช่วง 15-25% ต่างจากต้นกล้ายางพาราที่ได้รับน้ำทุก 6-9 วัน ซึ่งมีความชื้นในดินต่ำจนถึง 5% จึงแสดงให้เห็นว่า ระยะเวลาที่ได้รับน้ำและระดับความชื้นในดินมีผลต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา ซึ่งพบว่า การให้น้ำทุกวันทำให้ต้นกล้ายางพารามีการเจริญเติบโตทางลำต้น ได้แก่ ความสูง เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนก้านใบ จำนวนใบย่อย และการสะสมมวลชีวภาพในส่วนของ ใบ ก้านใบ ลำต้น และราก เฉลี่ยสูงกว่าการให้น้ำทุก 3 6 และ 9 วัน ถึง 54.60% 75.36% และ 81.87% ตามลำดับ ด้วยสาเหตุนี้จึงทำให้ ต้นกล้ายางพาราที่ได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอจึงมีการเจริญเติบโตได้อย่างรวดเร็วแม้อยู่ในสภาวะอากาศแห้งแล้ง (สุภัทร์ และคณะ, 2550) ดังนั้น สภาวะแล้งหรือมีฝนทิ้งช่วงติดต่อกันนาน จึงเป็นขีดจำกัดอย่างหนึ่งต่อการเจริญเติบโตและความมีชีวิตรอดของต้นยางพารา และยังส่งผลให้มีระยะการเปิดกรีดช้ากว่าปกติถึง 1-2 ปี อีกด้วย (สถาบันวิจัยยาง, 2539) ทั้งนี้เนื่องจาก ในสภาพที่ต้นกล้ายางพาราขาดน้ำติดต่อกัน จะมีค่าศักย์ของน้ำในใบและการเปิดปากใบลดลงเพื่อลดการคายน้ำ ทำให้ประสิทธิภาพในการสังเคราะห์แสงลดลง (Sangsing และคณะ, 2004) และทำให้ต้นยางพาราเกิดอาการใบร่วง ชะงักการเจริญเติบโตและตายในระยะต่อมาได้ (Chandrasekhar และคณะ, 1998) ดังนั้นจึงควรมีการจัดการน้ำให้แก่ต้นยางพาราในระยะยางอ่อน ซึ่งจะเป็นการช่วยให้ต้นกล้ายางพาราสามารถกระตุ้นเจริญเติบโตได้ดีขึ้นและมีโอกาสเปิดกรีดได้ก่อนกำหนด 1-2 ปีได้ แม้อยู่ในสภาพ

แห้งแล้งหรือสภาพที่ได้รับน้ำฝนตามธรรมชาติก็ตาม (Devakumar และคณะ, 1998) ด้วยสาเหตุนี้ ปริมาณน้ำที่เพียงพอจึงมีบทบาทสำคัญในการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราและส่งผลต่อการสร้างมวลของใบ ก้านใบ ลำต้น และราก ได้แตกต่างกันในระยะต่อมา

สรุปผล

สภาวะขาดน้ำส่งผลให้ต้นกล้ายางพาราชะงักการเจริญเติบโตและมีการสะสมมวลชีวภาพลดลง ต้นกล้ายางพาราจึงควรได้รับน้ำอย่างสม่ำเสมอ โดยรักษาความชื้นในดินให้อยู่ในช่วง 15-25% ซึ่งจะทำให้เป็นการกระตุ้นการเจริญเติบโตทางลำต้นและการสะสมมวลชีวภาพให้สูงขึ้นได้

เอกสารอ้างอิง

กองบรรณาธิการ, 2549, วันนี้...ยาง 1 ล้านไร่ ไปถึงไหนแล้ว, น.ส.พ. กสิกร, 79 (3): 64-67.

สถาบันวิจัยยาง, 2539, คู่มือยางพาราในท้องที่แห้งแล้ง, กรมวิชาการเกษตร, กรุงเทพฯ.

สุภัทร์ อิศรางกูร ณ อยุธยา, อโนมา ดงแสนสุข, รวมชาติ แต่พงษ์โสรัถ และ ธีระยุทธ นาคแดง, 2550, ความสัมพันธ์ของสภาพภูมิอากาศกับการเจริญเติบโตของยางพาราพันธุ์ RRIM 600 ที่ปลูกภายใต้ระบบการให้น้ำ, แก่นเกษตร 35 (พิเศษ), 118-125.

Chandrasekhar, T. R., Nazeer, M. A., Marattukalam, J. G., Prakash, G. P., Annamalainathan, K. and Tomas, J., 1998, An analysis of growth and drought tolerance in rubber during the immature phase in a dry subhumid Climatic, Experimental Agriculture, 34: 287-300.

Devakumar, A. S., Sathik, S. M., Jacob, M. B. J., Annamalainathan, K., Gawaiprakash, P. and Vijayakumar, K. R., 1998, Effects of atmospheric and soil drought on growth and development of *Hevea brasiliensis*, Journal of Rubber Research, 1: 190-198.

Sangsing, K., Roux, X. L., Kasemsap, P., Thanisawanyangkura, S., Sangkhasila, K., Gohet, E. and Thaler, P., 2004, Photosynthetic capacity and effect of drought on leaf gas exchange in two rubber (*Hevea brasiliensis*) clones, Kasetsart Journal (Natural Science), 38: 111-122.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 314-317 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 314-317 (2550)

ผลของการให้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์และสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโต และมวลชีวภาพของต้นกล้ายางพารา

Effect of Chemical Fertilizer, Organic Fertilizer and Soil Amendment Applications on Growth and Biomass of Rubber Seedling

ระวี เจียรวิภา[1] อิบรอเฮม ยีดำ[1] และ วัชรีพร นาคทุ่งเตา[1]

Chiarawipa, R.[1], I. Yeedum[1] and W. Narktungtao[1]

Abstract

One of the major factors of growth and biomass accumulation in rubber plants has been associated with the efficiency of utilization by the rubber seedlings of the chemical fertilizers used. A feasibility study on growth acceleration from fertilizer application was arranged as a completely randomized design with 5 treatments and 5 replications in 24 litre pots. The treatments were 1) application of 100% 20-8-20 fertilizer (control, T1), 2) application of 75% 20-8-20 fertilizer plus cattle manure (T2), 3) application of 75% 20-8-20 fertilizer plus gypsum (T3), 4) application of 50% 20-8-20 fertilizer plus cattle manure (T4), and 5) application of 50% 20-8-20 fertilizer plus gypsum (T5). The results revealed that the maximum height was significantly higher ($P<0.05$) in applications of 75 and 50% 20-8-20 fertilizer plus cattle manure. In addition, fresh and dry matter weight of root (164.50 and 69.03 g), stem (265.93 and 121.03 g) and petiole (31.33 and 7.63 g) were significantly higher in the treatments of 50% 20-8-20 fertilizer plus cattle manure than in the control. In conclusion, application of chemical fertilizer plus organic fertilizer can efficiently improve the growth of rubber seedlings.

Keywords : growth acceleration, biomass accumulation, organic fertilizer, rubber seedling

บทคัดย่อ

ประสิทธิภาพการใช้ปุ๋ยเคมีเป็นปัจจัยสำคัญอย่างหนึ่งต่อการเจริญเติบโตและการสะสมมวลชีวภาพของต้นกล้ายางพารา เพื่อเป็นแนวทางในการกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา จึงศึกษาโดยวางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) แบ่งเป็น 5 ทรีตเมนต์ จำนวน 5 ซ้ำ ได้แก่ 1) ให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (100%) (ควบคุม, T1) 2) ให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (75%) ร่วมกับปุ๋ยคอก (T2) 3) ให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (75%) ร่วมกับยิปซัม (T3) 4) ให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (50%) ร่วมกับปุ๋ยคอก (T4) และ 5) ให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (50%) ร่วมกับยิปซัม (T5) ผลการทดลอง พบว่า การให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (75% และ 50%) ร่วมกับปุ๋ยคอก ทำให้มีความสูง (170.70 และ 169.70 ซม.) เช่นเดียวกับน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของราก (164.50 และ 69.03 กรัม) ลำต้น (265.93 และ 121.03 กรัม) และก้านใบ (31.33 และ 7.63 กรัม)มีค่าสูงสุด ซึ่งแตกต่างทางสถิติกับการให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (100%) เมื่อให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (50%) ร่วมกับปุ๋ยคอก ดังนั้น การให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์จึงสามารถลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมีและเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราได้

คำสำคัญ : การกระตุ้นการเจริญเติบโต การสร้างมวลชีวภาพ ปุ๋ยอินทรีย์ ต้นกล้ายางพารา

คำนำ

ต้นยางพารา (*Heavea brasiliensis*) ต้องการธาตุอาหารในแต่ละระยะพัฒนาทางลำต้นต่างกัน การให้ปุ๋ยอย่างเหมาะสมจะทำให้มีการเจริญเติบโตได้รวดเร็วและมีผลผลิตเพิ่มสูงขึ้น (นุชนารถ, 2547) สำหรับปุ๋ยที่เหมาะสมต่อการเร่งการเจริญเติบโตของยางพาราก่อนเปิดกรีด ได้แก่ ไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียม และแมกนีเซียม หรือตามคำแนะนำการใส่ปุ๋ยในปัจจุบัน คือ 20-8-20 สำหรับพื้นที่ปลูกยางใหม่ และ 20-10-12 สำหรับพื้นที่ปลูกยางเดิม (นุชนารถ, 2548) ปัจจุบันมีการใช้ปุ๋ยอินทรีย์ เช่น ปุ๋ยคอก ปุ๋ยหมัก และปุ๋ยพืชสด (จิรพงษ์ และคณะ, 2548) ร่วมกับปุ๋ยเคมีเพิ่มมากขึ้น เช่นเดียวกับการใช้ปุ๋ย

[1]ภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์วิทยาเขตหาดใหญ่ อ.หาดใหญ่ จ.สงขลา 90112

[1] Department of Plant Science, Faculty of Natural Resources, Prince of Songkla University, Hat Yai, Songkhla, 90112

อินทรีย์ร่วมกับสารปรับปรุงดิน เช่น ปูนโดโลไมต์ และยิปซัม เพื่อกระตุ้นการสร้างมวลชีวภาพในพืช โดยไม่มีผลต่อปริมาณการดูดซึมธาตุไนโตรเจน ฟอสฟอรัส โพแทสเซียมและแมกนีเซียม (สรัญญา และคณะ, 2548; สรัญญา และคณะ, 2550) เพื่อเป็นการปรับปรุงดินและเพิ่มประสิทธิภาพในการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา การศึกษาการใช้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และสารปรับปรุงดิน จึงน่าจะเป็นแนวทางในการเพิ่มความมีชีวิตรอด และกระตุ้นการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพาราได้

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาโดยใช้ต้นกล้ายางพาราพันธุ์ RRIM 600 ระยะ 1 ฉัตร จำนวน 25 ต้น ปลูกลงกระถางขนาด 24 ลิตร ณ แปลงทดลองภาควิชาพืชศาสตร์ คณะทรัพยากรธรรมชาติ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ระหว่างเดือนกรกฎาคม 2549 ถึง เดือนมีนาคม 2550 (9 เดือน) วางแผนการทดลองแบบสุ่มสมบูรณ์ (Completely Randomized Design: CRD) จำนวน 4 ทรีตเมนต์ ในแต่ละทรีตเมนต์มีจำนวนตัวอย่าง 5 ซ้ำ (1 ต้นต่อซ้ำ) ได้แก่ 1) ให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (100%) (ควบคุม) (T1) 2) ให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (75%) ร่วมกับปุ๋ยคอก (T2) 3) ให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (75%) ร่วมกับยิปซัม (T3) 4) ให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (50%) ร่วมกับปุ๋ยคอก (T4) และ 5) ให้ปุ๋ยสูตร 20-8-20 (50%) ร่วมกับยิปซัม (T5) ให้ปุ๋ยตามคำแนะนำของสำนักงานกองทุนสงเคราะห์การทำสวนยาง (สกย.) โดยใช้สูตร 20-8-20 อัตรา 100-170 กรัม/ต้น/ปี และปล่อยให้ได้รับน้ำตามธรรมชาติ บันทึกการเจริญเติบโต ได้แก่ ความสูงต้น เส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น จำนวนก้านใบและจำนวนใบย่อย รวมถึงน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งของใบย่อย ก้านใบ ลำต้นและราก

ผล

การให้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และสารปรับปรุงดินต่อการเจริญเติบโตของต้นกล้ายางพารา พบว่าเมื่อให้ปุ๋ยเคมี 75% และ 50% ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้มีการเจริญเติบโตทางลำต้นสูงกว่าการให้ปุ๋ยเคมี100% และการให้ปุ๋ยเคมี 75% และ 50% ร่วมกับสารปรับปรุงดิน โดยที่การให้ปุ๋ยเคมี 75% และ 50% ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ต้นกล้ามีความสูงใกล้เคียงกัน คือ 170.70 และ 169.70 ซม. ซึ่งแตกต่างทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญกับการให้ปุ๋ยเคมี 100% และ 50% ร่วมกับสารปรับปรุงดิน ที่มีค่าความสูงต่ำที่สุดและใกล้เคียงกัน คือ 130.50 และ 115.90 ซม. ขณะที่ค่าเส้นผ่านศูนย์กลางลำต้น และจำนวนใบย่อย พบว่ามีค่าไม่แตกต่างกันทางสถิติในทุกทรีตเมนต์ แต่มีค่าสูงที่สุดเมื่อให้ปุ๋ยเคมี 75% และ 50% ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ คือ 1.42 และ 1.46 ซม. 130.80 และ 121.20 ใบต่อต้น ตามลำดับ ส่วนจำนวนก้านใบ พบว่า มีค่าสูงที่สุดเมื่อให้ปุ๋ยเคมี 100% และ 50% ร่วมกับสารปรับปรุงดิน คือ 33.20 และ 31.84 ก้านต่อต้น (Table 1)

Table 1 Growth and development of rubber seedling in the 5 treatments.

Treatment	Height (cm)	Trunk diameter (cm)	No. of petiole per seeding	No. of leaflet per seeding
T1	130.50 [c]	1.29	33.20	98.20
T2	170.70 [a]	1.42	27.92	130.80
T3	139.10 [b]	1.36	28.12	114.40
T4	169.70 [a]	1.46	25.46	121.20
T5	115.90 [c]	1.30	31.84	107.00
F-test	*	ns	ns	ns
C.V. (%)	16.40	11.57	36.20	33.81

Means with the same superscript in each column are not significantly different by $LSD_{0.05}$

ns = not significant, * = significant difference at $P \leq 0.05$

จากผลของการให้ปุ๋ยเคมี ปุ๋ยอินทรีย์ และสารปรับปรุงดินต่อการสะสมมวลชีวภาพของต้นกล้ายางพารา พบว่า การให้ปุ๋ยเคมี 75% และ 50% ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ ทำให้ต้นกล้ายางพารามีน้ำหนักสดและน้ำหนักแห้งในส่วนต่าง ๆ ของต้นกล้ายางพาราแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญกับการให้ปุ๋ยเคมี 100% และการให้ปุ๋ยเคมี 75% และ 50% ร่วมกับสารปรับปรุงดิน โดยการให้ปุ๋ยเคมี 75% ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ มีน้ำหนักสดใบย่อยสูงที่สุด (79.57 กรัม) ส่วนการให้ปุ๋ยเคมี 50% ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์มีน้ำหนักสดก้านใบ ลำต้น และรากสูงที่สุด (31.33 265.93 และ 164.50 กรัม ตามลำดับ) ขณะที่การให้ปุ๋ยเคมี 100% ทำให้มี

น้ำหนักสดใบย่อยและรากต่ำที่สุด (45.90 และ 82.67 กรัม) ส่วนการให้ปุ๋ยเคมี 50% ร่วมกับสารปรับปรุงดินทำให้มีน้ำหนักสดก้านใบและลำต้นต่ำที่สุด (15.00 และ 114.63 กรัม) (Figure 1a) เช่นเดียวกับน้ำหนักแห้งของก้านใบ (7.63 กรัม) ลำต้น (121.03 กรัม) และราก (69.03 กรัม) ซึ่งมีค่าสูงสุดในการให้ปุ๋ยเคมี 50% ร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ และน้อยที่สุดเมื่อให้ปุ๋ยเคมี 50% ร่วมกับสารปรับปรุงดิน (3.93 41.77 และ 28.50 กรัม ตามลำดับ) (Figure 1b)

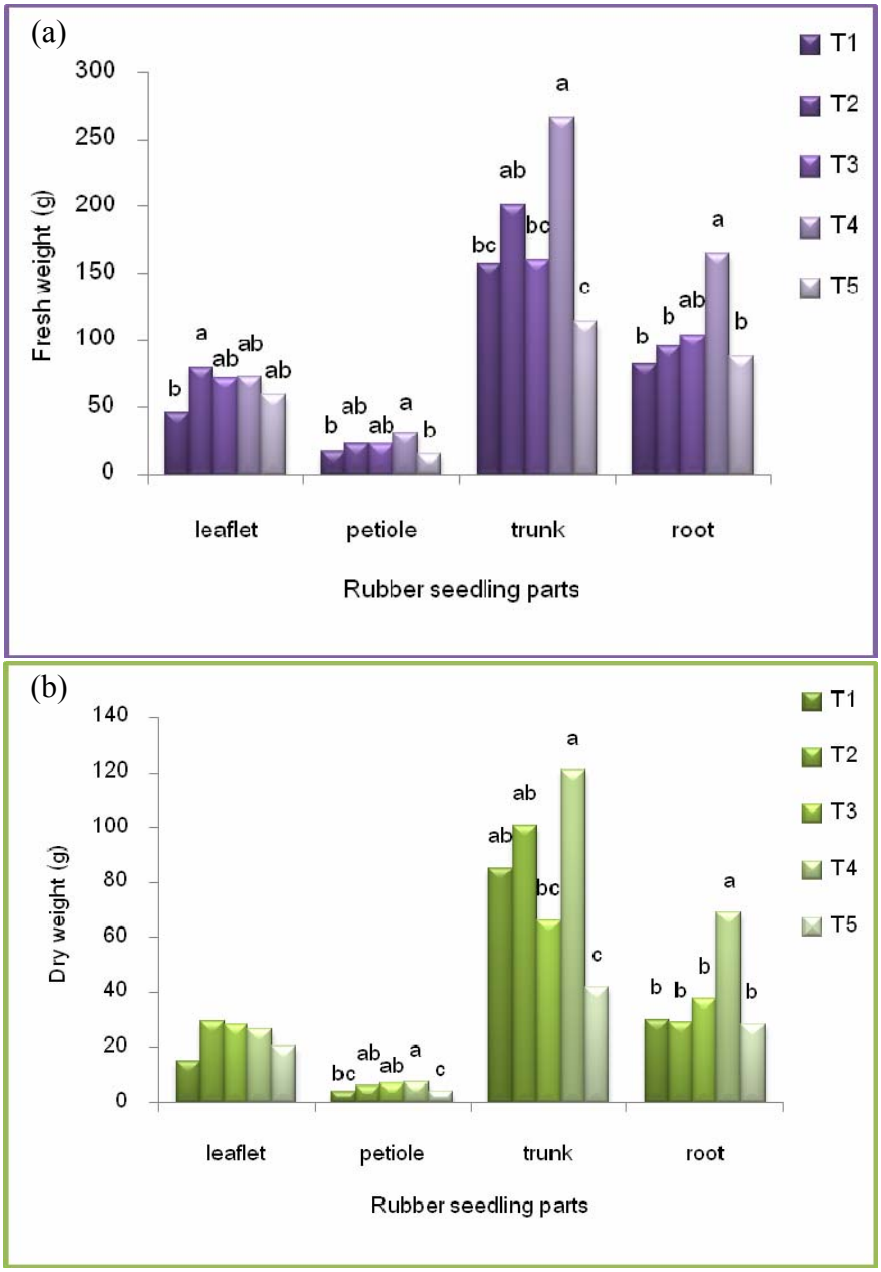


Figure 1 Partition of fresh weight (a) and dry weight (b) in rubber seedling parts.

วิจารณ์ผล

การปรับปรุงดินโดยให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์ทำให้ต้นกล้ายางพารามีการเจริญเติบโตด้านความสูงและการสะสมมวลชีวภาพโดยเฉพาะมวลของลำต้นและรากได้ดีกว่าการให้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว หรือให้ร่วมกับสารปรับปรุงดิน ขณะเดียวกัน การให้ปุ๋ยอินทรีย์ยังเป็นการช่วยลดการใช้ปุ๋ยเคมีได้ 25-50% โดยไม่มีผลกระทบต่อการเจริญเติบโตและการสร้างมวลชีวภาพของต้นกล้ายางพารา เช่นเดียวกับ การปรับปรุงดินโดยใส่ปุ๋ยคอกในต้นยางพาราระยะก่อนเปิดกรีด ที่สามารถเพิ่มขนาดเส้นรอบวงลำต้นได้ดีกว่าการให้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว (นุชนารถ, 2547) ทั้งนี้ การใส่ปุ๋ยคอกนอกจากทำให้ดินมี

ปริมาณอินทรียวัตถุสูงขึ้น ยังช่วยให้ดินมีสมบัติทางกายภาพและมีธาตุอาหารที่มีประโยชน์ในดินเพิ่มสูงขึ้นด้วย (สรัญญา และคณะ, 2548) จึงมีส่วนให้ต้นกล้ายางพาราสามารถเจริญเติบโตและมีการสะสมมวลชีวภาพเพิ่มสูงขึ้นดีกว่าการให้ปุ๋ยเคมีและสารปรับปรุงดิน อย่างไรก็ตาม การให้สารปรับปรุงดิน เช่น ยิปซัม อาจจะมีเหมาะสมสำหรับการปลูกยางในดินที่มีปัญหา เช่น ดินกรด หรือใช้ร่วมกับปูนโดโลไมต์ ซึ่งสามารถเพิ่มการสะสมมวลชีวภาพของพืชในดินกรดได้ดีเช่นกัน (สรัญญา และคณะ, 2550) ดังนั้น การศึกษาเพื่อปรับปรุงสภาพดินและความสมบูรณ์ของดินปลูกต้นกล้ายางพารา จึงน่าจะเป็นอีกแนวทางหนึ่งสำหรับการกระตุ้นและเพิ่มความมีชีวิตรอดให้กับต้นกล้ายางพาราที่ปลูกในสภาพพื้นที่ต่าง ๆ กัน ให้มีการเจริญเติบโตได้อย่างมีประสิทธิภาพสูงขึ้น

สรุปผล

การให้ปุ๋ยเคมีร่วมกับปุ๋ยอินทรีย์สามารถลดอัตราการใช้ปุ๋ยเคมี และเพิ่มประสิทธิภาพการเจริญเติบโตและการสะสมมวลชีวภาพของต้นกล้ายางพาราได้ดีกว่าการใช้ปุ๋ยเคมีเพียงอย่างเดียว

เอกสารอ้างอิง

จิรพงษ์ ประสิทธิเขตร, นรีลักษณ์ ชูวรเวช, มนต์สรวง เรืองขนาบ, ทิวาพร ผดุง, พีรพงษ์ เชาวนพงษ์ และ ศรีสุดา รื่นเจริญ, 2548, เอกสารวิชาการ ปุ๋ยอินทรีย์ : การผลิต การใช้ มาตรฐานและคุณภาพ, กรมวิชาการเกษตร, 82 หน้า.

นุชนารถ กังพิสดาร, 2547, การใช้ปุ๋ยและการปรับปรุงดินในสวนยาง, สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร 60 หน้า.

นุชนารถ กังพิสดาร, 2548, การปลูกและการดูแลรักษา, ใน: เอกสารวิชาการ ยางพารา, สถาบันวิจัยยาง กรมวิชาการเกษตร. 36-92.

สรัญญา ดำอำภัย จำเป็น อ่อนทอง และ ชัยรัตน์ นิลนนท์, 2548, ผลของปุ๋ยคอกและปูนโดโลไมต์ต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินกรดที่ดอน, วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 27(ฉบับพิเศษ 3): 727-737.

สรัญญา ดำอำภัย ชัยรัตน์ นิลนนท์ และ จำเป็น อ่อนทอง, 2550, ผลของสารปรับปรุงดินบางชนิดต่อสมบัติของดินและการเจริญเติบโตของพืชที่ปลูกในดินกรดที่ดอนภาคใต้ของประเทศไทย, วารสารสงขลานครินทร์ วทท. 29(1): 117-131.

อัตราการเติบโตและการให้ผลผลิตของมันฝรั่งในระบบการปลูกพืชที่มีข้าวเป็นพืชหลัก

Growth Rate and Yielding of Potato in Rice-based Cropping System

ไกรสีห์ พิสิษฐ์กุล[1]
Pisithkul, K. [1]

Abstract

This on-farm study was aimed to compare growth and yield of potato cultivar Atlantic grown in three crop locations. Two areas are important to post-paddy potato crop namely Wiangpapao district in Chiangrai province and Chaehom district in Lampang province, and another crop location is Muang, a district in Lampang province where the crop used to be introduced to farmers but not success. The study was conducted during December, 2003 to March, 2004 and found that photosynthesis rate of potato in all studied areas were not difference. The values were in the range of 6.8 to 32.7 μmolCO_2 $m^{-2}s^{-1}$. However potato grown in Chaehom had more crop growth rate, stem height, leaf area index, biomass accumulation, total tuber number, marketable tuber number, fresh tuber weight, dry tuber weight, and crop yield than those grown in Muang and Wiangpapao. Higher growth and yield of the potato grown in Chaehom cropping areas may be attributed to other factors more than temperature such as better cultivation and crop management. Expanding potato to new production area, new growers should be supervised and trained.

Keywords : potato, photosynthesis rate, crop growth rate, yield

บทคัดย่อ

การศึกษานี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเปรียบเทียบการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกที่ปลูกในสามพื้นที่แปลงของเกษตรกร สองพื้นที่แปลงเป็นแหล่งปลูกมันฝรั่งหลังการทำนาที่สำคัญ คือ อ. เวียงป่าเป้า จ. เชียงราย และ อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง อีกพื้นที่แปลง คือ อ. เมือง จ. ลำปาง เป็นพื้นที่ที่แปลงมันฝรั่งเคยถูกนำมาปลูกแต่ไม่ประสบผลสำเร็จ ทำการศึกษาระหว่างเดือนธันวาคม พ.ศ. 2546 ถึง เดือนมีนาคม พ.ศ. 2547 พบว่า อัตราการสังเคราะห์แสงของมันฝรั่งทั้ง 3 แหล่งปลูกไม่แตกต่างกัน โดยมีค่าอัตราการสังเคราะห์แสงอยู่ในช่วง 6.8 ถึง 32.7 μmolCO_2 m^{-2} s^{-1} อย่างไรก็ตามมันฝรั่งที่ปลูกในพื้นที่ ปลูก อ. แจ้ห่มมีอัตราการเติบโต ความสูงของลำต้น ดัชนีพื้นที่ใบ การสะสมมวลชีวภาพ จำนวนหัวทั้งหมด จำนวนหัวที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ น้ำหนักสดของหัว น้ำหนักแห้งของหัว และผลผลิต สูงกว่ามันฝรั่งในพื้นที่ปลูก อ. เมือง และ อ. เวียงป่าเป้า การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่สูงกว่าของมันฝรั่งที่ปลูกใน อ. แจ้ห่ม อาจเกิดจากปัจจัยอื่นที่ไม่ใช่อุณหภูมิ เช่น การเขตกรรมและการจัดการในแปลงที่ดีกว่า การขยายการผลิตมันฝรั่งสู่พื้นที่ใหม่ เกษตรกรรายใหม่ควรได้รับการดูแลอย่างใกล้ชิดและมีการอบรมให้ทำการเขตกรรมอย่างถูกต้องและเหมาะสม

คำสำคัญ : มันฝรั่ง อัตราการสังเคราะห์แสง อัตราการเติบโต ผลผลิต

คำนำ

การปลูกมันฝรั่งหลังการเก็บเกี่ยวข้าวเป็นทางเลือกที่มีศักยภาพสูงมากของประเทศไทยในการเพิ่มการผลิตมันฝรั่งเพื่อลดการนำเข้า การปลูกมันฝรั่งในเขตไร่ (Upland area) มีปัญหาการสะสมของโรคและแมลง ซึ่งทำให้การผลิตมันฝรั่งในรุ่นต่อๆไปมีปัญหามาก โดยเฉพาะปัญหาโรคเหี่ยว (bacterial wilt) โรคใบไหม้ (leaf bright) และปัญหาการทำลายของไส้เดือนฝอย พื้นที่ดินนาหลังการเก็บเกี่ยวข้าวค่อนข้างปราศจากโรคและแมลง รวมทั้งไส้เดือนฝอยที่เป็นศัตรูสำคัญของมันฝรั่ง ทั้งนี้เพราะสภาพน้ำขังของแปลงนาในระหว่างฤดูฝน อย่างไรก็ตามไม่ได้หมายความว่าพื้นที่นาข้าวทั้งหมดสามารถปลูกมันฝรั่งได้ผลดี ปัจจัยจำกัดการให้ผลผลิตที่สำคัญของมันฝรั่งอย่างหนึ่งคือ อุณหภูมิสูง (Jackson, 1999) ซึ่งเป็นปัจจัยสภาพแวดล้อมที่

[1]คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยีการเกษตร มหาวิทยาลัยราชมงคลล้านนา ลำปาง 200 หมู่ 11 ต.พิชัย อ.เมือง จ.ลำปาง 52000
[1] Faculty of Science and Agricultural Technology, Rajamangala University of Technology Lanna Lampand, 200 Moo 11 Tambol Pichai Muang Lampang 52000

ควบคุมไม่ได้ แต่อาจหลีกเลี่ยงได้โดยการจัดระบบการปลูกพืช การปลูกมันฝรั่งในเขตอบอุ่น กระทำในช่วงฤดูใบไม้ผลิถึงฤดูร้อนซึ่งเป็นช่วงวันยาวแต่มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำ และสามารถให้ผลผลิตสูงถึง 6.4 ตันต่อไร่ (Haeder และ Beringer, 1983) สำหรับประเทศไทย ปลูกมันฝรั่งในฤดูหนาวที่มีช่วงวันสั้นเพื่อให้มันฝรั่งได้รับอุณหภูมิต่ำพอในการสร้างหัว แต่ช่วงวันสั้นทำให้การเปลี่ยนพลังงานแสงเป็นมวลชีวภาพมีน้อย การสร้างมวลชีวภาพและผลผลิตหัวมันต่อพื้นที่ต่อเวลาปลูกจึงต่ำกว่าเขตหนาว (Fageria, 1992) นอกจากนี้การปลูกมันฝรั่งแต่ละครั้งมีต้นทุนสูง จึงจำเป็นต้องแน่ใจว่าพื้นที่นาข้าวที่ต้องการนำมันฝรั่งที่เป็นพืชใหม่เข้าสู่ระบบนั้น มีสภาพอุณหภูมิเหมาะสมต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิต งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกของแหล่งปลูกมันฝรั่งหลังการทำนาที่สำคัญ 2 พื้นที่ คือ อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง และ อ. เวียงป่าเป้า จ. เชียงราย เปรียบเทียบกับพื้นที่ปลูกใหม่ อ. เมือง จ. ลำปาง ที่มันฝรั่งเคยถูกนำเข้าสู่ระบบแต่ได้ผลผลิตต่ำ การวิจัยจะทำให้ได้ข้อมูลที่สามารถนำไปใช้ในการวางแผนการวิจัยในขั้นต่อไป และเพื่อให้รู้ถึงศักยภาพในการให้ผลผลิตของพื้นที่ผลิต ตลอดจนการวางแผนวันผลิต และการขยายพื้นที่ผลิตในแหล่งที่ควรขยายเพื่อลดความเสี่ยงของเกษตรกร

อุปกรณ์และวิธีการ

ศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันฝรั่งจาก 3 พื้นที่ปลูก ซึ่งมีพิกัดทางภูมิศาสตร์ต่างกัน พื้นที่ละ 2 แปลงปลูก โดยแปลงปลูกแจ้ห่ม 1 และ 2 และ แปลงปลูกลำปาง 1 ทำการปลูกในระหว่างวันที่ 10 ถึง 11 ธันวาคม 2546 ส่วนแปลงปลูกลำปาง 2 และเวียงป่าเป้า 1 และ 2 ปลูกวันที่ 24 ถึง 27 ธันวาคม 2546 การกำหนดวันปลูกดังกล่าวต้องการศึกษาอิทธิพลของอุณหภูมิที่เพิ่มสูงขึ้นในท้ายฤดูการผลิต วิเคราะห์สมบัติทางเคมีและกายภาพของดินทั้ง 6 แปลงปลูก บันทึกระดับอุณหภูมิและความชื้นสัมพัทธ์ของพื้นที่ปลูกทุก 1 ชั่วโมง ด้วยเครื่องบันทึกแบบ HOBO® H8 Pro (Onset Computer Corporation, Bourne, MA) บันทึกประสิทธิภาพการสังเคราะห์แสงในระยะออกดอกด้วยเครื่อง Leaf Chamber Analyser, Type LCA-4 (Analytical Development Company LTD.) บันทึกความสูง ดัชนีพื้นที่ใบ (Leaf Area Index) มวลชีวภาพ อัตราการเติบโต (Crop Growth Rate) น้ำหนักสดของหัวมันฝรั่งทั้งหมดต่อต้น น้ำหนักสดของหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์ต่อต้น น้ำหนักแห้งของหัวมันฝรั่งทั้งหมดต่อต้น จำนวนหัวมันฝรั่งทั้งหมดต่อต้น จำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพต่อต้น และผลผลิต วิเคราะห์ความแปรปรวนและเปรียบเทียบความแตกต่างของตัวแปรที่ศึกษาระหว่างพื้นที่โดยใช้ Single Degree of Freedom Contrast รวมทั้งหาความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรต่างๆ ตามความเหมาะสม

ผลและวิจารณ์ผล

การบันทึกระดับอุณหภูมิของพื้นที่ปลูกมันฝรั่ง อ. เมือง อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง และ อ. เวียงป่าเป้า จ. เชียงราย ในฤดูกาลผลิตปี 2546/47 พบว่าแตกต่างกันไม่มาก โดยพื้นที่ อ. เวียงป่าเป้า มีอุณหภูมิค่อนข้างต่ำกว่าทุกพื้นที่ตลอดฤดูปลูก (Figure 1) การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตพบว่า มันฝรั่งที่ปลูกหลังการเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง มีผลผลิตสูงที่สุด ทั้งนี้เป็นผลมาจากผลรวมของการเจริญเติบโตของลำต้นและใบอย่างรวดเร็วตั้งแต่ช่วงแรกและตลอดทุกระยะของการเจริญเติบโต ทำให้มีพื้นที่ใบสำหรับการสังเคราะห์แสงสูงกว่า ส่งผลให้มีอัตราการเติบโต มวลชีวภาพและผลผลิตสูงตามไปด้วย (Table 1 และ Table 2) ค่าความสัมพันธ์ระหว่างพื้นที่ใบ (73 วันหลังปลูก) กับอัตราการเติบโต และพื้นที่ใบกับผลผลิตมีค่า r =0.84 (P<0.0000) และ r=0.72 (P<0.0008) ตามลำดับ

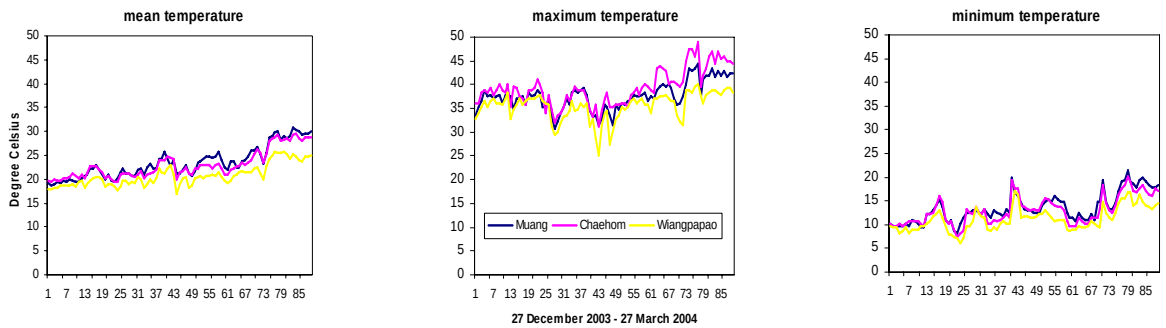


Figure 1 Mean, maximum, and minimum temperature of three locations (1: Muang Lampang, 18 22 0.2 N 99 35 4.7 E; 2: Chaehom Lampang, 18 44 26.8 N 99 34 29.3 E; 3: Wiangpapao Chiangrai, 19 15 54.2 N 99 30 59 E).

การที่มันฝรั่งที่ปลูกใน อ.แจ้ห่ม มีการเจริญเติบโตและให้ผลผลิตสูงกว่าแปลงลำปาง 1 และแปลงอื่นๆ (แปลงที่ 2 อ. เมือง จ. ลำปาง และแปลง อ.เวียงป่าเปา จ. เชียงราย) ไม่สามารถอธิบายได้ว่าเกิดจากอิทธิพลของอุณหภูมิที่มันฝรั่งทั้ง 3 พื้นที่ปลูกได้รับ เพราะมันฝรั่งจากแปลงปลูกแจ้ห่มแสดงค่าพารามิเตอร์ของการเจริญเติบโตสูงกว่าแปลงปลูกอื่นๆ ตลอดระยะเวลาการศึกษา ทั้งในช่วงที่อุณหภูมิยังต่ำและช่วงที่อุณหภูมิเริ่มสูงขึ้นในปลายฤดูปลูกหรือโดยเฉพาะเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงปลูกลำปาง 1 ที่ปลูกพร้อมกัน รวมทั้งเมื่อเปรียบเทียบกับแปลงปลูก อ. เวียงป่าเป้า ที่มีอุณหภูมิต่ำกว่าตลอดฤดูปลูก) การที่อุณหภูมิไม่ได้แสดงอิทธิพลหรือไม่มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตของมันฝรั่งทั้ง 3 พื้นที่ อาจเนื่องจากอุณหภูมิของทั้ง 3 พื้นที่ในฤดูกาลเพาะปลูกนี้ (2546/2547) อยู่ในระดับใกล้เคียงกันหรืออยู่ในช่วงของอุณหภูมิที่เหมาะสม ถึงแม้ช่วงท้ายฤดูของมันฝรั่งที่ปลูกช้าจะได้รับอุณหภูมิสูงกว่า แต่ก็ไม่เป็นอุปสรรคต่อการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตของมันฝรั่ง นอกจากนี้อัตราการสังเคราะห์แสงของมันฝรั่งทั้ง 3 พื้นที่ ก็ไม่แตกต่างกัน (Table 1) และไม่มีความสัมพันธ์ต่อผลผลิตและองค์ประกอบของผลผลิตแต่อย่างใด (ค่าความสัมพันธ์ (r) ระหว่างอัตราการสังเคราะห์แสงกับผลผลิตเท่ากับ - .11, P<0.6594) อัตราการสังเคราะห์แสงในการทดลองครั้งนี้มีค่าอยู่ระหว่าง 6.8 ถึง 32.7 μmolCO_2 m^{-2} s^{-1} ที่ PAR (Photosynthetic Active Radiation) ระหว่าง 1034 ถึง 2303 μmole $s^{-1}m^{-2}$ เปรียบเทียบกับที่ Wheeler และ คณะ (1989) ได้รายงานในการวิจัย มีค่าอยู่ระหว่าง 6.6 ถึง 9.9 μmole CO_2 $s^{-1}m^{-2}$ ที่ระดับแสง PPF (Photosynthetic Photon Flux) 385-390 μmole $s^{-1}m^{-2}$ ความแตกต่างของการเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตระหว่างมันฝรั่งของแปลงปลูกทั้ง 3 อาจเกิดจากปัจจัยอื่นผลผลิตที่สูงกว่าของมันฝรั่งจากแปลงปลูกแจ้ห่มยังมีสาเหตุมาจากจำนวนหัวมันฝรั่งที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ (Marketable tuber) มีมากกว่าแปลงอื่นๆ หรืออีกนัยหนึ่งมันฝรั่งจากแปลงปลูกลำปางและเวียงป่าเป้ามีประสิทธิภาพไม่เพียงพอในการพัฒนาหัวให้มีขนาดใหญ่ได้ดีเท่ากับแปลงปลูกแจ้ห่ม (Table 2) โดยเฉพาะในแปลงปลูกลำปาง 2 มีหัวขนาดเล็กจำนวนมาก แสดงถึงความสามารถในการพัฒนาการเจริญเติบโตให้แก่หัวต่ำและไม่ได้เกิดจากปัจจัยอุณหภูมิ เพราะจำนวนหัวที่มีมากแสดงให้เห็นว่าอุณหภูมิมีระดับต่ำเพียงพอ (Jackson, 1999) ดังนั้นการปลูกมันฝรั่งของเกษตรกรควรจะหาวิธีการเร่งการเจริญเติบโต โดยเฉพาะการส่งเสริมการสร้างพื้นที่ใบเพื่อเพิ่มการสังเคราะห์แสงต่อพื้นที่ให้สูงขึ้นเพื่อให้มีอาหารเพียงพอต่อการสร้างความเติบโตให้แก่หัวมันฝรั่ง ควรมีการเตรียมการตั้งแต่การปลูกข้าวโดยเลือกพันธุ์ข้าวที่เก็บเกี่ยวเร็ว เพื่อที่จะสามารถเตรียมแปลงปลูกมันฝรั่งได้อย่างช้าภายในต้นเดือนธันวาคม เพื่อหลีกเลี่ยงความเสี่ยงในการได้รับอุณหภูมิสูงโดยเฉพาะในระยะ 2-3 สัปดาห์ก่อนการเก็บเกี่ยวมันฝรั่ง ซึ่งอาจจะทำให้ได้มันฝรั่งที่มีผลผลิตสูงขึ้น (ถึงแม้การทดลองในครั้งนี้จะไม่สามารถบอกได้ว่าอุณหภูมิของแหล่งปลูกมีผลต่อผลผลิต แต่การที่อุณหภูมิจะสูงตามธรรมชาติในช่วงปลายฤดูปลูกเป็นเรื่องปกติที่สามารถคาดการณ์ได้) ทั้งนี้มีการวิจัยที่รายงานว่ามันฝรั่งจะมีประสิทธิภาพการลำเลียงน้ำหนักแห้งสู่หัวลดลงเมื่ออุณหภูมิสูงขึ้น (Manrique และ Bartholomew, 1991) ซึ่งเป็นสาเหตุทำให้ผลผลิตต่ำลง การเจริญเติบโตและการให้ผลผลิตที่สูงของมันฝรั่งที่ปลูกในแปลงปลูกแจ้ห่มอาจเกิด

Table 1 Plant height, tuber dry weight, stem dry weight, leaf dry weight, leaf area index and photosynthesis rate (μmolCO_2 m^{-2} s^{-1}) at 73 days after planting of potato grown in three crop locations.

Crop locations (latitude; longitude)	Plant height (cm.)	Tuber dry weight (g/plant)	Stem dry weight (g/plant)	Leaf dry weight (g/plant)	Leaf area Index	Mean photosynthesis rate
1. Lampang 1 (18 22 0.2 N; 99 35 4.7 E)	52.6	126.01	12.973	19.483	1.660	18.856
2. Lampang 2 (18 21 7.3 N; 99 34 14.1E)	42.6	96.03	12.100	18.450	1.713	19.229
3. Chaehom 1 (18 44 26.4 N; 99 34 24.7 E)	53.0	131.86	14.467	21.640	2.157	17.297
4. Chaehom 2 (18 44 26.8 N; 99 34 29.3 E)	59.2	124.34	20.607	31.483	3.087	15.539
5. Wiangpapao1 (19 15 54.2 N; 99 30 59 E)	47.2	96.67	14.630	21.537	1.897	19.850
6. Wiangpapao2 (19 15 44.3 N; 99 30 58.4 E)	46.3	89.83	12.653	19.207	1.460	15.792
contrasts			*P-values*			
3,4 vs. 5,6	.0001	.0012	.0774	.0711	.0082	.4191
1 vs. 3,4	.0974	.8409	.0894	.0892	.0220	.2583
2 vs. 3,4	.0000	.0083	.0480	.0556	.0288	.1962
1 vs. 5,6	.0129	.0074	.7913	.8204	.9608	.6236
2 vs. 5,6	.0541	.7893	.5442	.6248	.9253	.5061
1 vs. 2	.0009	.0254	.7647	.8191	.9016	.8775

จากการเขตกรรม และการจัดการ ซึ่งช่วยสร้างการเจริญเติบโตให้ลำต้นและใบได้ดีกว่า ทำให้อัตราการเติบโต องค์ประกอบของผลผลิต และผลผลิตของมันฝรั่งในแหล่งปลูกแจ้ห่มดีกว่าแหล่งปลูก อ. เมือง ลำปาง และแหล่งปลูก อ. เวียงป่าเป้า

Table 2 Tuber fresh weigh, marketable tuber fresh weight, tuber dry weight, tuber number, marketable tuber number and yield at harvest date (90 days) of potato grown in three crop locations.

Crop locations (latitude; longitude)	Tuber fresh weight (g/plant)	Marketable tuber fresh weight (g/plant)	Tuber dry weight (g/plant)	Tuber number	Marketable tuber number	Yield (kg/rai)
1. Lampang 1 (18 22 0.2 N; 99 35 4.7 E)	517.5	480.8	108.43	4.6	3.4	2849.4
2. Lampang 2 (18 21 7.3 N; 99 34 14.1E)	451.0	406.7	95.66	4.6	3.0	2409.9
3. Chaehom 1 (18 44 26.4 N; 99 34 24.7 E)	745.5	701.3	174.13	6.7	4.8	4156.1
4. Chaehom 2 (18 44 26.8 N; 99 34 29.3 E)	729.5	661.5	167.21	8.0	6.1	3920.0
5. Wiangpapao1 (19 15 54.2 N; 99 30 59 E)	572.0	524.5	114.82	5.4	3.0	3108.2
6. Wiangpapao2 (19 15 44.3 N; 99 30 58.4 E)	519.8	479.8	109.57	4.3	2.6	2843.5
contrasts			*P-values*			
3,4 vs. 5,6	.0227	.0384	.0031	.0000	.0000	.0384
1 vs. 3,4	.0306	.0551	.0075	.0000	.0006	.0551
2 vs. 3,4	.0078	.0131	.0022	.0000	.0001	.0131
1 vs. 5,6	.7571	.8250	.8495	.6259	.2334	.8250
2 vs. 5,6	.3114	.3316	.4105	.6259	.7185	.3317
1 vs. 2	.5334	.5091	.5789	1.0000	.4578	.5092

สรุปผล

การศึกษาการเจริญเติบโตและผลผลิตของมันฝรั่งพันธุ์แอตแลนติกที่ปลูกหลังการเก็บเกี่ยวข้าวในพื้นที่ อ. เมือง อ. แจ้ห่ม จ. ลำปาง และ อ. เวียงป่าเป้า จ. เชียงราย พบว่า อุณหภูมิของพื้นที่ปลูกในฤดูการผลิตปี 2546/47 ไม่มีอิทธิพลต่อการเติบโตและการให้ผลผลิต และอัตราการสังเคราะห์แสงของมันฝรั่งทั้ง 3 พื้นที่ไม่แตกต่างกัน มันฝรั่งที่ปลูกในพื้นที่ อ. แจ้ห่ม มีอัตราการเติบโต ความสูงของลำต้น ดัชนีพื้นที่ใบ การสะสมมวลชีวภาพ จำนวนหัวทั้งหมด จำนวนหัวที่ผ่านเกณฑ์คุณภาพ น้ำหนักสดของหัว น้ำหนักแห้งของหัว และผลผลิตของ สูงกว่ามันฝรั่งที่ปลูกในพื้นที่ อ. เมือง ลำปาง และพื้นที่ อ. เวียงป่าเป้า

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลล้านนา ลำปาง ที่สนับสนุนทุนวิจัย ขอบคุณเกษตรกรในพื้นที่และเจ้าหน้าที่ฝ่ายจัดหาวัตถุดิบของบริษัทส่งเสริมการผลิตมันฝรั่งทุกท่านที่ช่วยเหลือเอื้อเฟื้อในการปฏิบัติงาน

เอกสารอ้างอิง

Fageria, N. K., 1992, Maximizing Crop Yields, Marcel Dekker, Inc. Newyork, U.S.A., 274 p.

Haeder, H. E. and Beringer, H., 1983, Potato, *In* Potential Productivity of Field Crops Under Different Environments, International Rice Research Institute, Philippines, 307-317.

Jackson, S. D., 1999, Multiple signaling pathways control tuber induction in potato, Plant Physiology, 119: 1-8.

Manrique, L. A. and Bartholomew, D. P., 1991, Growth and yield performance of potato grown at three elevations in Hawaii: II. Dry matter production and efficiency of partitioning, Crop Science, 31: 367-372.

Wheeler, R. M., Tibbitts, T. W. and Fitzpatrick, A. H., 1989, Potato growth in response to relative humidity, HortScience, 24: 482-484.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 322-325 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 322-325 (2550)

การตอบสนองของข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในสภาวะขาดน้ำ

Response of 'Chinat 1' and 'Supanburi 1' Rice under Water Stress

อรพิน เกิดชูชื่น[1] ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์[1] และ อุบลรัตน์ กล่ำศรี[1]
Kerdchoechuen, O.[1], Laohakunjit, N.[1] and Klamsri, U.[1]

Abstract

The study on physiological, morphological and biochemical changes of 2 non-photosensitive rice (*Oryza sativa* L.) cv. Chainat 1 and Suphanburi 1 subjected to water stress was conducted. Responses of rice to water shortage after 25, 40, 55, 70 and 85 days of plantation in pot experiment were monitored. The results showed that leaf water potential (LWP), stomatal conductance and transpiration rate of both varieties decreased and reached the lowest at the permanent wilting point (PWP). LWP, stomatal conductance and transpiration rate of rice cv. Suphanburi 1 were lower than cv. Chainat 1 in water stress. Although proline content of leaf and root of both varieties increased, chlorophyll content decreased. The proline content of leaf and root were also the highest at permanent wilting point (PWP).

Keywords : water stress, rice, leaf water potential, proline content

บทคัดย่อ

การศึกษาการเปลี่ยนแปลงทางสรีรวิทยา สัณฐานวิทยา และชีวเคมีของข้าวเจ้าพันธุ์ไม่ไวแสง 2 พันธุ์ คือ พันธุ์ชัยนาท 1 และสุพรรณบุรี 1 ที่ปลูกในกระถางในสภาวะขาดน้ำ เมื่อข้าวอายุ 25, 40, 55, 70 และ 85 วัน ผลการศึกษาพบว่า การงดให้น้ำทำให้ leaf water potential (LWP), stomatal conductance และ transpiration rate ของข้าวพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ลดต่ำมากกว่าพันธุ์ชัยนาท 1 และลดลงต่ำที่สุดในวันที่ข้าวแสดงอาการเหี่ยวถาวร (permanent wilting point: PWP) นอกจากนี้ยังพบว่าการงดน้ำทำให้ปริมาณโพรลีนในใบและรากของข้าวทั้ง 2 พันธุ์เพิ่มขึ้น แต่ chlorophyll content ลดลง ซึ่งปริมาณโพรลีนในใบและรากจะสูงที่สุดในวันที่ข้าวแสดงอาการเหี่ยวถาวร

คำสำคัญ : การขาดน้ำ ข้าว leaf water potential ปริมาณโพรลีน

คำนำ

water stress เป็นสภาพแวดล้อมที่ไม่เหมาะสมต่อการเจริญเติบโตของพืชโดยเฉพาะสภาวะขาดน้ำ (water deficit) (Kozlowski, 1968) ซึ่งเป็นสภาวะที่พืชมีอัตราการคายน้ำมากกว่าอัตราการดูดน้ำ เป็นผลให้ปริมาณน้ำในพืชลดลงจนมีผลต่อสรีรวิทยาของพืช (Kramer และ Boyer, 1995) โดยพืชจะมีกระบวนการของการตอบสนองต่อสภาวะขาดน้ำหลายกระบวนการ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับระดับความรุนแรงของการขาดน้ำและช่วงเวลาของการขาดน้ำ ซึ่งการสร้างและสะสม proline เป็นดัชนีชี้วัดที่สำคัญสำหรับการอยู่รอดของพืชในสภาพขาดน้ำ (Chen และ Kao, 1993) การศึกษานี้เป็นการจัดการน้ำในการปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และพันธุ์สุพรรณบุรี 1 ในสภาพน้ำน้อยเพื่อเตรียมรับสถานการณ์ภาวะวิกฤตของการขาดแคลนน้ำ

อุปกรณ์และวิธีการ

ปลูกข้าวพันธุ์ชัยนาท 1 และสุพรรณบุรี 1 ในกระถาง เมื่อต้นข้าวอายุได้ 12 วัน ขังน้ำในกระถางสูง 10 เซนติเมตรและงดให้น้ำเมื่อข้าวอายุ 25, 40, 55, 70 และ 85 วัน และเริ่มบันทึกข้อมูลตั้งแต่วันที่งดให้น้ำ วางแผนการทดลอง 2 x 6 split plot in RCBD (randomized complete block design) จำนวน 4 ซ้ำ วิเคราะห์ leaf water potential (LWP) โดยใช้เครื่อง leaf water potential meter วิเคราะห์ stomatal conductance และ transpiration rate โดยใช้ steady state porometer (LI – 1600) หาปริมาณ chlorophyll content ในใบโดยใช้ spectrophotometer และหาปริมาณการสะสมโพรลีน (proline) ตามวิธี

[1] คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี วิทยาเขตบางขุนเทียน กรุงเทพฯ 10150
[1] School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, Bangkhuntein Campus, Bangkok 10150

ของ Bates และคณะ (1973)

ผลและวิจารณ์ผล

การงดให้น้ำข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และสุพรรณบุรี 1 เมื่อข้าวอายุ 25, 40, 55, 70 และ 85 วัน ทำให้ LWP ของข้าวทั้ง 2 พันธุ์มีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับ control หรือข้าวที่ได้รับน้ำปกติ ซึ่งในวันที่ข้าวมี LWP ต่ำที่สุดข้าวจะแสดงอาการเหี่ยวถาวร เนื่องจากการงดให้น้ำทำให้ความชื้นในดินลดลง ส่งผลให้ LWP ลดลง ซึ่งพืชสามารถดึงน้ำขึ้นไปสู่ส่วนต่างๆ ได้ก็ต่อเมื่อ LWP ต่ำกว่า soil water potential ทั้งนี้เพื่อเป็นการรักษาสมดุลของน้ำในต้น (Figure 1a) (Boyer และ McPherson, 1976) และพบ LWP ของข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 สูงกว่าข้าวเจ้าพันธุ์สุพรรณบุรี1 ทั้งนี้อาจเป็นเพราะอิทธิพลของพันธุกรรมของข้าวแต่ละพันธุ์ และการรักษา LWP ให้อยู่ในระดับสูงพบว่าเป็นกลไกการปรับตัวให้ทนทานต่อสภาวะขาดน้ำ (Simpson, 1981, Tanguilig และคณะ, 1987) นอกจากนี้ยังพบว่า stomatal conductance ลดลง เนื่องจากในสภาวะขาดน้ำพืชจะมีการตอบสนองโดยการปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำ (Figure1b) (Davies และคณะ, 1994, Liang และ Zhang, 1999) ส่วน transpiration rate (Figure 1c) ของข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และสุพรรณบุรี 1 ในทุกอายุที่งดให้น้ำ พบว่ามีแนวโน้มลดลงเมื่อเทียบกับข้าวที่ได้รับน้ำปกติ เนื่องจากพืชจะปิดปากใบเพื่อลดการสูญเสียน้ำ และพบว่าเมื่องดให้น้ำแก่ข้าวอายุ 25, 40, 55, 70 และ 85 วัน chlorophyll content ของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ลดลง (Figure 2a) ซึ่งสอดคล้องกับการศึกษาของ กาญจนา (2525) การงดให้น้ำที่อายุต่างกันพบว่ามีผลต่อปริมาณโพรลีนในใบเพิ่มขึ้น และ ข้าวที่ขาดน้ำจะมีปริมาณโพรลีนในใบมากกว่าข้าวปกติทุกอายุของข้าวที่ขาดน้ำ (Figure 2b) อาจจะเป็นเพราะว่าระหว่างที่พืชมีการสูญเสียน้ำออกจากเซลล์ พืชจะมีการปรับค่าออสโมติกภายในเซลล์ทำให้เซลล์พืชมีการสะสมปริมาณของโพรลีนเพิ่มขึ้น (Stewart, 1988) ซึ่งความทนทานของข้าวต่อสภาวะขาดน้ำของข้าวทั้ง 2 พันธุ์ พบว่า การงดให้น้ำเมื่อข้าวอายุ 70 และ 85 วัน มีผลทำให้ข้าวมีความทนทานต่อการขาดน้ำน้อยที่สุด เท่ากับ 6 วัน (Table 1)

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

Leaf water potential (LWP), stomatal conductance และ transpiration rate ของข้าวเจ้าพันธุ์ชัยนาท 1 และสุพรรณบุรี 1 ลดลงเมื่อข้าวขาดน้ำที่อายุ 25, 40, 55, 70 และ 85 วัน และต่ำที่สุดหลังข้าวขาดน้ำนาน 9, 12, 9, 6 และ 6 วัน ตามลำดับ ซึ่งเป็นวันที่ข้าวมีอาการเหี่ยวถาวร สำหรับปริมาณของ chlorophyll content ของข้าวลดลงในสภาพขาดน้ำ แต่มีปริมาณโพรลีนในใบสูงขึ้น ข้าวทั้ง 2 พันธุ์ที่อยู่ในช่วง vegetative (ขาดน้ำเมื่อข้าวอายุ 25-55 วัน) สามารถทนทานต่อสภาพการขาดน้ำได้นานกว่าระยะ reproductive (ขาดน้ำเมื่อข้าวอายุ 70 วันเป็นต้นไป)

เอกสารอ้างอิง

กาญจนา สาลีติ๊ด, 2525, ผลของความเครียดของน้ำในดินที่มีต่ออัตราการคายน้ำการสะสมโพรลีนและคลอโรฟิลของข้าวและฝ้าย, วิทยานิพนธ์ปริญญาโท, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 78 หน้า.

Bates, L.S., Waldren, R.P. and Teare, I.D., 1973, Rapid determination of free proline for water-stress studies, Plant and Soil, 39: 205-207.

Boyer, J. and McPherson, H.G., 1976, Physiology of water deficits in cereal grains, IRRI, Philippines, 350 p.

Chen, C.T.and Kao, C.H., 1993, Osmotic stress and water stress have opposite effects on putrescine and proline production in excised rice leaves, Plant Growth Regulation, 13: 197 –202.

Davies, W.J., Tardieu, F. and Trego, C.L., 1994, How do chemical signals work in plants that grow in drying soil, Plant Physiology, 104: 309-314.

Kozlowski, T.T., 1968, Water deficits and plant growth volume 2: Plant water consumption and response, Academic Press, New York, 333 p.

Kramer, P.J. and Boyer, J.S., 1995, Water relation of plants and soils, Academic Press, USA, 495 p.

Liang, J. and Zhang, J., 1999, The relations of stomatal closure and reopening to xylem ABA concentration and leaf water potential during soil drying and rewatering, Plant Growth Regulation, 29:77-86.

Simpson, G.M., 1981, Water stress on plants, CBS. Inc., USA, 324 p.

Stewart, C.R., 1988, Role of carbohydrates in proline accumulation in wilted barley leaves, Plant Physiology, 61:

775-778.

Tanguilig, V.C., Yambao, E.B. and Datta, S.K., 1987, Water stress effects on leaf elongation, leaf water potential, transpiration, and nutrient uptake of rice, maize, and soybean, Plant and Soil, 103: 155-168.

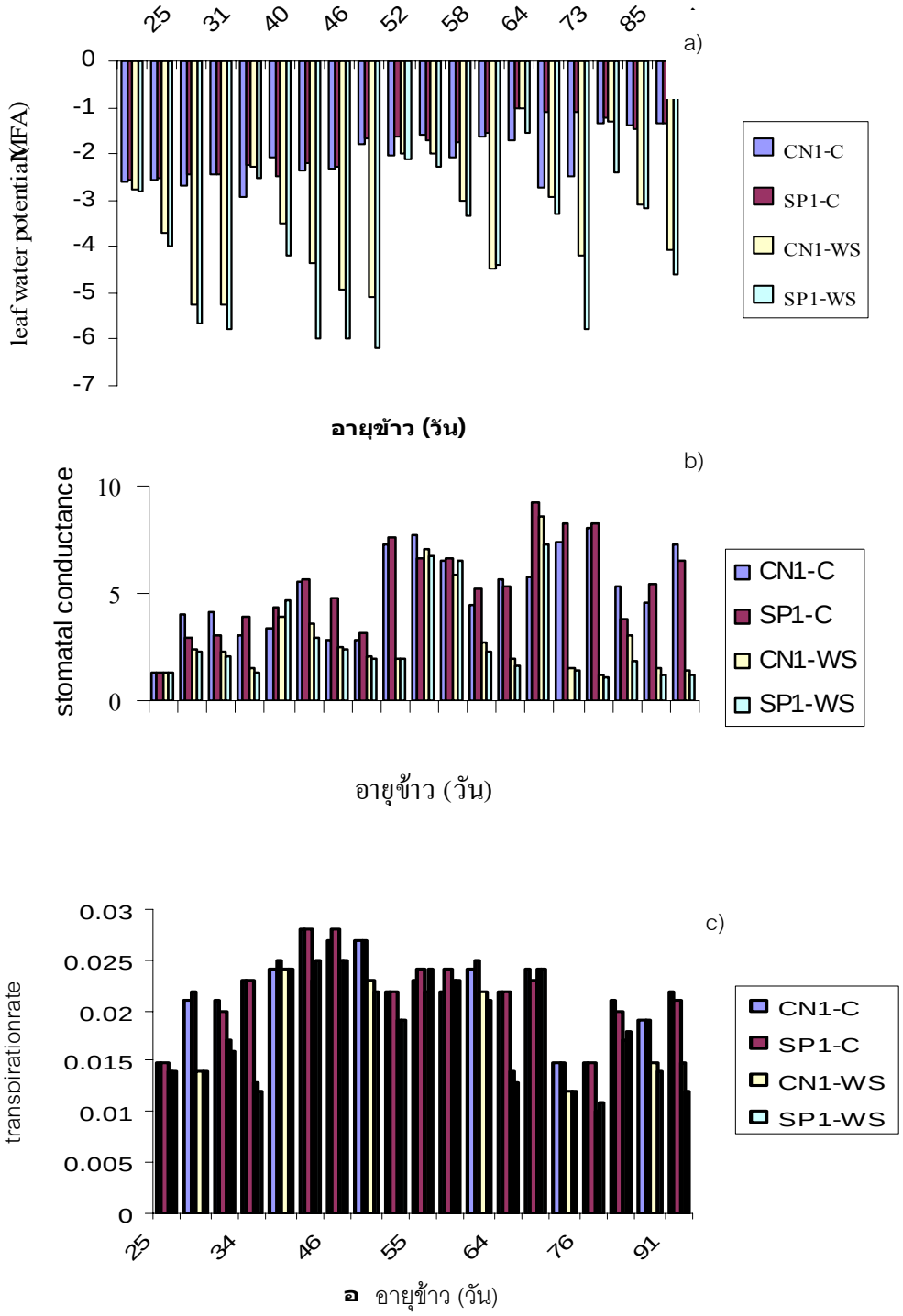
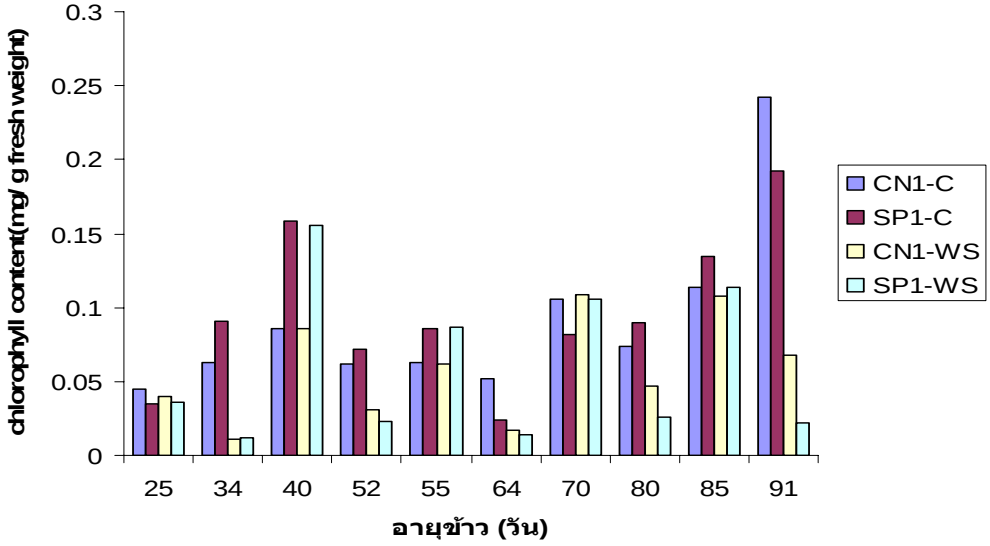


Figure 1 Effect of water shortage (WS) at 25, 31, 40, 46, 52, 58, 64, 73, 85, and 91 days of growth of 2 rice varieties, Chainat 1 (CN1) and Supanburi 1 (SP1) on a) leaf water potential, b) stomatal conductance and c) transpiration rate compared with the control (C) rice grown under 10 cm water depth.



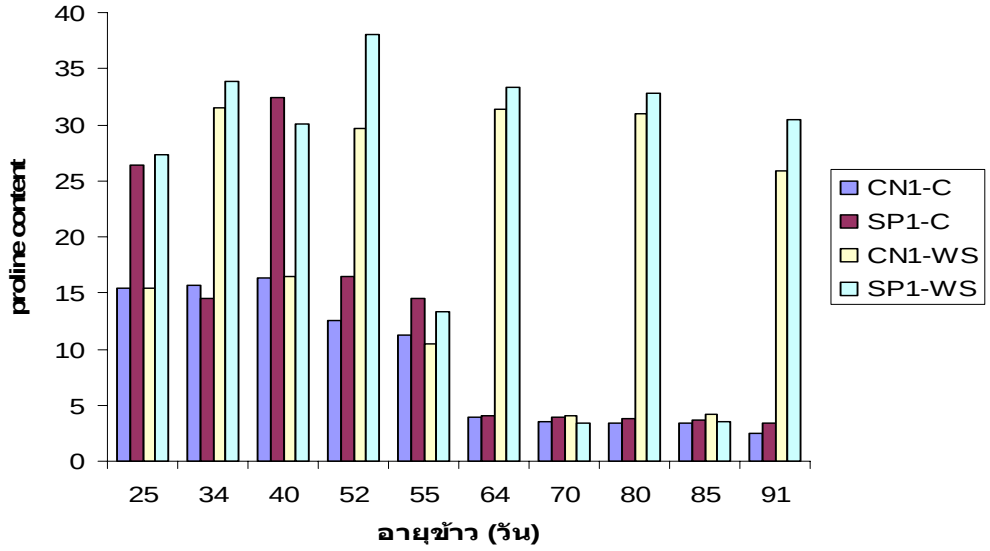


Figure 2 Effect of water shortage (WS) at 25, 31, 40, 46, 52, 58, 64, 73, 85, and 91 days of growth of 2 rice varieties, Chainat 1 (CN1) and Supanburi 1 (SP1) on a) chlorophyll and b) proline content compared with the control (C) rice grown under 10 cm water depth.

Table 1 Permanent wilting point (days) after rice cv. Chainat 1 and Supanburi 1 subjected with water shortage.

ทรีตเมนท์	จำนวนวันที่ข้าวแสดงอาการเหี่ยวถาวรหลังจากงดให้น้ำ (วัน)	
	พันธุ์ชัยนาท 1	พันธุ์สุพรรณบุรี 1
งดน้ำที่อายุ 25 วัน	9	9
งดน้ำที่อายุ 40 วัน	12	12
งดน้ำที่อายุ 55 วัน	9	9
งดน้ำที่อายุ 70 วัน	6	6
งดน้ำที่อายุ 85 วัน	6	6

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 326-330 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 326-330 (2550)

ผลของการอบแห้งแบบสองขั้นตอนและอุณหภูมิการเก็บรักษาต่อคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105

Effects of Two-stage Drying and Storage Temperatures on Quality of Khao Dawk Mali Rice 105

อีนดา แวดาลอ[1] ละมุล วิเศษ[2] และ ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล[3]

Waedalor, I.[1], L. Wiset[2] and C. Borompichaichartkul[3]

Abstract

High moisture content paddy needs to be dried rapidly to prevent deterioration. The objective of this research was to study the quality of Khao Dawk Mail 105 after two-stage drying and storage at ambient air (28-30°C) and 15°C. Fluidized bed dryer was used in the first stage at the drying temperatures of 100, 115, 125, 135 and 150°C to reduce the moisture content of paddy at 26-27% wet basis (wb) down to 18-19% wb. Then, paddy was dried by ambient air to reduce the moisture content down to 12-13% wb. The control sample was dried using only ambient air. The samples were taken before and after storage at ambient air and 15°C for 6 months. The results found that head rice yield, free fatty acid content and solubility of flour were increased with drying temperature while as the whiteness index and swelling power of flour decreased. In addition, the viscosity properties were different with drying temperatures. After storage at ambient air, this condition caused the increasing of free fatty acid than that stored at 15°C. The other properties were similar at the storage under both temperatures except viscosity properties.

Keywords : fluidized bed, storage, viscosity property, quality, Khao Dawk Mali 105

บทคัดย่อ

ข้าวเปลือกความชื้นสูงจำเป็นต้องทำให้แห้งอย่างรวดเร็วเพื่อป้องกันการเสื่อมเสีย งานวิจัยนี้เพื่อศึกษาคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการอบแห้งแบบสองขั้นตอนและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30°C) และ 15°C ทำการอบแห้งโดยใช้เทคนิคฟลูอิไดเซชันในขั้นตอนแรกที่อุณหภูมิลมร้อน 100 115 125 135 และ 150°C เพื่อลดความชื้นของตัวอย่างข้าวเปลือกเริ่มต้นจากประมาณ 26-27% มาตรฐานเปียก ให้เหลือประมาณ 18-19% มาตรฐานเปียก แล้วนำตัวอย่างมาลดความชื้นโดยใช้อากาศแวดล้อมในขั้นตอนที่สองให้เหลือประมาณ 12-13% มาตรฐานเปียก สำหรับตัวอย่างชุดควบคุมทำการลดความชื้นโดยใช้อากาศแวดล้อมเพียงอย่างเดียว สุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้องและ 15°C เป็นระยะเวลา 6 เดือน ผลการทดลองพบว่าการอบแห้งที่อุณหภูมิสูงขึ้นมีผลทำให้ปริมาณข้าวต้น ปริมาณกรดไขมันอิสระและความสามารถในการละลายของแป้งเพิ่มขึ้น ในขณะที่ดัชนีความขาวของข้าวสารและกำลังการพองตัวของแป้งมีแนวโน้มลดลง ส่วนสมบัติด้านความหนืดมีค่าแตกต่างกันในแต่ละอุณหภูมิการอบแห้ง สำหรับการเก็บรักษาพบว่าที่อุณหภูมิห้องมีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่าการเก็บที่ 15°C ส่วนสมบัติด้านอื่นมีค่าใกล้เคียงกันในทั้ง 2 อุณหภูมิการเก็บรักษา ยกเว้นสมบัติด้านความหนืด

คำสำคัญ : ฟลูอิไดเซชัน การเก็บรักษา สมบัติด้านความหนืด คุณภาพ ข้าวขาวดอกมะลิ 105

คำนำ

ข้าวขาวดอกมะลิ 105 หรือข้าวหอมมะลิ เป็นข้าวที่ยอมรับของผู้บริโภคทั้งในและต่างประเทศ เนื่องจากข้าวหุงสุกเหนียวนุ่มและมีกลิ่นหอม คุณภาพของข้าวขึ้นอยู่กับหลายปัจจัยที่สำคัญ คือ ความชื้นของเมล็ดข้าวเปลือก โดยข้าวเปลือกภายหลังการเก็บเกี่ยวจะมีความชื้นสูงเหมาะแก่การเจริญเติบโตของเชื้อราและจุลินทรีย์อื่นๆ ก่อนการเก็บรักษาข้าวเปลือกจำเป็นต้องมีการลดความชื้นให้อยู่ในระดับที่ปลอดภัยโดยเร็วที่สุด แนวทางที่เหมาะสมในการอบแห้งข้าวเปลือกทำได้ด้วยการ

[1]ภาควิชาวิทยาศาสตร์การอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยบูรพา บางแสน ชลบุรี

[1]Department of Food Science, Faculty of Science, Burapha University, Bangsan, Chonburi, 20131

[2] คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม ต.ขามเรียง อ.กันทรวิชัย จ.มหาสารคาม 44150

[2]Faculty of Engineering, Mahasarakham University, Kamriang District, Kantarawichai Mahasarakham 44150

[3]ภาควิชาเทคโนโลยีทางอาหาร คณะวิทยาศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ถ.พญาไท เขตปทุมวัน กรุงเทพฯ. 10330

[3]Department of Food Science, Faculty of Science, Chulalongkorn University, Payathai Rd., Patumwan, Bangkok, 10330

แบ่งการอบแห้งออกเป็นสองช่วง (Soponronnarit และ Prachayawarakorn, 1994, พิพัฒน์ , 2538) คือ ช่วงการอบแห้งขณะที่ข้าวเปลือกมีความชื้นสูงและช่วงการอบแห้งขณะที่ข้าวเปลือกมีความชื้นลดต่ำลง ปัจจุบันได้มีการนำวิธีการอบแห้งด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชัน มาใช้กันอย่างแพร่หลายในอุตสาหกรรมข้าวไทย เนื่องจากเป็นวิธีที่ใช้อุณหภูมิสูงในการอบแห้ง จึงสามารถลดความชื้นข้าวเปลือกได้อย่างรวดเร็วภายในระยะเวลาอันสั้น นอกจากนี้คุณภาพข้าวยังขึ้นอยู่กับอุณหภูมิและระยะเวลาการเก็บ โดยการเก็บทำให้ได้ปริมาณข้าวต้นหรือข้าวเต็มเมล็ดเพิ่มสูงขึ้น (Perdon และคณะ, 1997, Pearce และคณะ, 2001) การเก็บรักษาข้าวเปลือกที่อุณหภูมิสูงทำให้สมบัติด้านความหนืดเกิดการเปลี่ยนแปลงได้มากกว่าที่อุณหภูมิต่ำ (Kongkiattkajorn และคณะ, 2004) การศึกษาการอบแห้งแบบสองขั้นตอนที่มีการนำเทคนิคการอบแห้งแบบฟลูอิไดเซชันมาใช้ในการลดความชื้นข้าวเปลือกแล้วทำการเก็บรักษาจึงเป็นประเด็นที่น่าสนใจ งานวิจัยนี้มุ่งเน้นเพื่อศึกษาคุณภาพข้าวขาวดอกมะลิ 105 ที่ผ่านการอบแห้งแบบสองขั้นตอนและการเก็บรักษาที่อุณหภูมิแตกต่างกัน

อุปกรณ์และวิธีการ

นำข้าวเปลือกพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (*Oryza sativa* L.) จากศูนย์ส่งเสริมและผลิตพันธุ์ข้าวชุมชน จังหวัดสุรินทร์ มาปรับความชื้นข้าวเปลือกเริ่มต้น และคำนวณปริมาณน้ำเพื่อเพิ่มความชื้นให้ได้ประมาณ 26-27% มาตรฐานเปียก แล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิ 4°C ทำการคลุกเคล้าทุกวันเป็นเวลา 7 วัน นำข้าวเปลือกที่ได้มาทำการอบแห้งแบบสองขั้นตอน โดยขั้นตอนแรกทำการอบแห้งด้วยเครื่องฟลูอิไดเบดที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลางของห้องอบแห้ง 20 เซนติเมตร ความสูงของเบด 9.5 เซนติเมตร ความเร็วลมในการอบแห้ง 2.5 เมตรต่อวินาที อุณหภูมิลมร้อน 100 115 125 135 และ 150°C เพื่อลดความชื้นของตัวอย่างข้าวเปลือกเริ่มต้นจากประมาณ 26-27% มาตรฐานเปียก ให้เหลือประมาณ 18-19% มาตรฐานเปียก แล้วนำตัวอย่างมาลดความชื้นต่อโดยใช้อากาศแวดล้อมในขั้นตอนที่สองให้เหลือประมาณ 12-13% มาตรฐานเปียก สำหรับตัวอย่างข้าวเปลือกชุดควบคุมทำการลดความชื้นโดยใช้อากาศแวดล้อมเพียงอย่างเดียว นำตัวอย่างข้าวเปลือกที่ได้บรรจุในถุงกระสอบพลาสติกแล้วเก็บรักษาที่อุณหภูมิห้อง (28-30°C) และ 15°C เป็นระยะเวลา 6 เดือน สุ่มตัวอย่างก่อนและหลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน ทำการวิเคราะห์ปริมาณข้าวต้น (ข้าวที่มีความยาวตั้งแต่ 8 ใน 10 ส่วนของข้าวเต็มเมล็ด) วัดดัชนีความขาวของข้าวสารด้วยเครื่อง ColorFlex Model 45/0 วิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระตามวิธีของ AACC (1976) และค่ากำลังการพองตัวของแป้ง ความสามารถในการละลายของแป้งที่อุณหภูมิ 90°C วิเคราะห์ตามวิธีของ Yoenyongbuddhagal และ Noomhorm (2002) และสมบัติด้านความหนืดของแป้งข้าววิเคราะห์ด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer(RVA) Model Super 3

ผลและวิจารณ์ผล

ผลของการอบแห้งข้าวเปลือกแบบสองขั้นตอนด้วยเทคนิคฟลูอิไดเซชันต่อปริมาณข้าวต้นดังแสดงใน Figure 1 พบว่าข้าวเปลือกชุดควบคุมมีปริมาณข้าวต้นสูงกว่าข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้ง อุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้นส่งผลให้ปริมาณข้าวต้นเพิ่มขึ้น โดยอุณหภูมิการอบแห้งที่สูงขึ้นทำให้เกิด partial gelatinization เกิดโครงสร้างที่เปรียบเสมือนร่างแหที่แข็งแรง (Tirawanichakul และคณะ, 2004) พันธะภายในเม็ดแป้งจึงจับกันแน่นขึ้น ข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูงขึ้นจึงสามารถทนต่อแรงกระแทกระหว่างขัดสีได้มากกว่า เมื่อผ่านการเก็บรักษาเป็นเวลา 6 เดือน พบว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มที่ปริมาณข้าวต้นกว่าสูงกว่าการเก็บที่ 15°C เล็กน้อย เนื่องจากการเก็บที่ 15°C ทำให้เกิดความเครียดจากความเย็น (chilling stress) คุณภาพการสีจึงลดลง (พัสกร และคณะ, 2546) สำหรับดัชนีความขาวของข้าวสารดังแสดงใน Figure 2 พบว่าอุณหภูมิการอบแห้งที่สูงขึ้นทำให้ข้าวสารมีค่าความขาวลดลง โดยเกิดจากปฏิกิริยา maillard reaction (Tirawanichakul และคณะ, 2004, Taweerattanapanish และคณะ, 1999) และพบว่าอุณหภูมิการเก็บไม่มีผลต่อดัชนีความขาวของข้าวสาร แต่ที่อุณหภูมิห้องมีแนวโน้มที่ดัชนีความขาวลดลงมากกว่าการเก็บที่ 15°C เนื่องจากการเก็บที่อุณหภูมิสูงช่วยเร่งการเกิดปฏิกิริยาต่างๆ ที่ทำให้ข้าวเปลี่ยนเป็นสีเข้มขึ้นได้

จากการวิเคราะห์ปริมาณกรดไขมันอิสระดังแสดงใน Figure 3 พบว่าข้าวเปลือกที่ผ่านการอบแห้งมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่าข้าวเปลือกชุดควบคุม โดยอุณหภูมิการอบแห้งที่สูงขึ้นทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระในข้าวมีแนวโน้มสูงขึ้น สอดคล้องกับการศึกษาของ Wiset และคณะ (2005) ที่รายงานว่าผลของอุณหภูมิสูงสามารถเร่งการเกิดออกซิเดชันทำให้เกิดกรดไขมันอิสระมากกว่าอุณหภูมิต่ำ และพบว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้องมีผลทำให้ปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่าการเก็บที่ 15°C เนื่องจากระหว่างการเก็บเกิดการไฮโดรไลซ์ของไขมันในข้าว โดยขึ้นอยู่กับระยะเวลาและอุณหภูมิการเก็บ (Lam และ Proctor 2002)

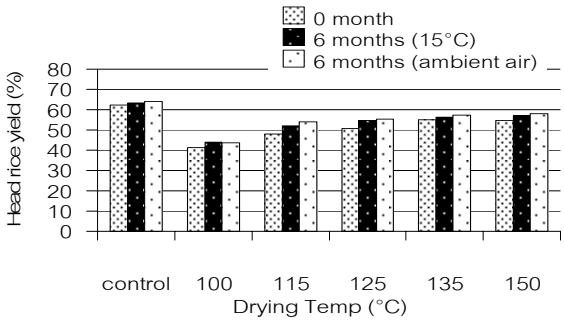


Figure 1 Head rice yield of milled rice derived from paddy subjected to various conditions.

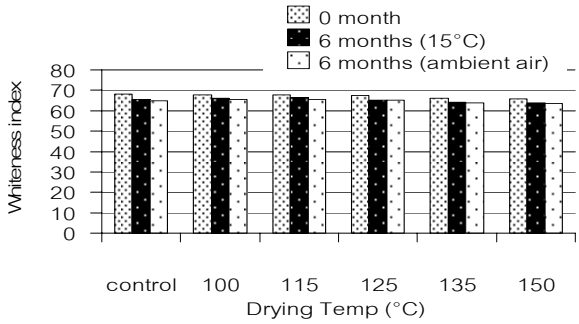


Figure 2 Whiteness index of milled rice derived from paddy subjected to various conditions.

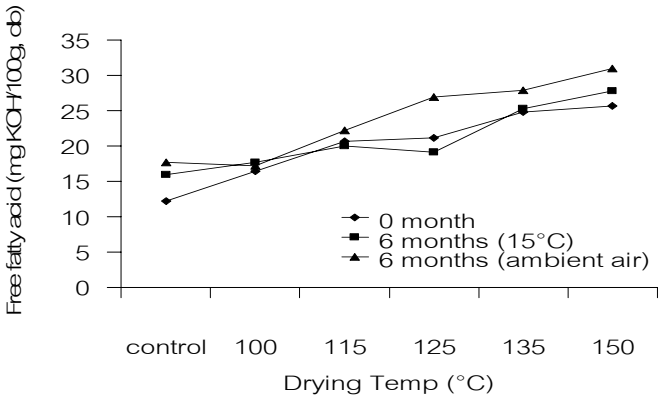


Figure 3 Free fatty acid content of rice flour derived from paddy subjected to various conditions.

ค่ากำลังการพองตัวและความสามารถในการละลายของแป้งข้าวดังแสดงใน Figure 4 และ 5 พบว่าอุณหภูมิการอบแห้งสูงขึ้นมีผลทำให้กำลังการพองตัวลดลง เนื่องจากข้าวที่ผ่านการอบแห้งด้วยอุณหภูมิสูงทำให้เม็ดแป้งเกิด partial gelatinization ทำให้ความสามารถในการจับน้ำของเม็ดแป้งลดลงส่งผลให้การพองตัวลดลง ในขณะที่ความสามารถในการละลายเพิ่มขึ้นเมื่อใช้อุณหภูมิในการอบแห้งสูงขึ้น ส่วนอุณหภูมิการเก็บไม่มีผลต่อกำลังการพองตัวและความสามารถในการละลายของแป้งข้าว และพบว่าอุณหภูมิการอบแห้งทำให้สมบัติด้านความหนืดแตกต่างกันทางสถิติอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) ดังแสดงใน Table 1 และ 2 โดยอุณหภูมิการอบแห้งที่สูงขึ้นมีค่า peak viscosity, breakdown และ final viscosity ลดลง สอดคล้องกับงานวิจัยของ Rordprapat และคณะ (2005) และพบว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้องมีค่า pasting temperature และ setback สูงกว่าการเก็บที่ 15°C แสดงให้เห็นว่าการเก็บที่อุณหภูมิห้องทำให้พันธะภายในของเม็ดแป้งแข็งแรงกว่าการเก็บที่ 15°C ซึ่งสอดคล้องกับงานวิจัยของ Kongkiattkajorn และคณะ (2004)

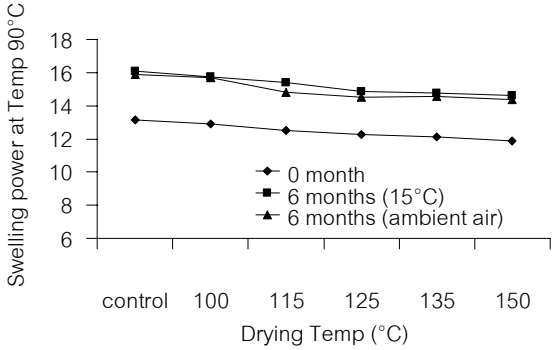


Figure 4 Swelling power of rice flour derived from paddy subjected to various conditions.

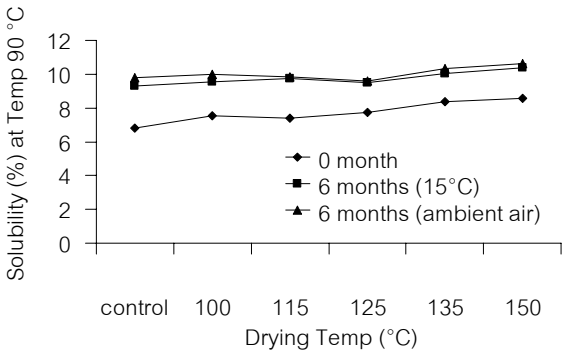


Figure 5 Solubility of rice flour derived from paddy subjected to various conditions.

Table 1 Viscosity properties of rice flour produced from paddy subjected to various drying temperatures.

Drying Temp (°C)	Peak viscosity (RVU)	Trough (RVU)	Breakdown (RVU)	Final viscosity (RVU)	Setback (RVU)	Pasting Temp (°C)
Control	229.7±57.3^{ab}	126.5±7.1^{bc}	107.3±33.3^{a}	220.4±47.0^{b}	-9.3±11.3^{c}	73.2±1.0^{c}
100	236.5±5.5^{a}	205.0±4.4^{a}	31.6±1.1^{b}	333.3±8.4^{a}	96.7±2.9^{a}	87.9±0.0^{b}
115	152.8±5.3^{bc}	135.0±1.6^{b}	17.8±3.7^{b}	211.5±5.0^{b}	58.8±0.3^{b}	90.1±0.0^{a}
125	230.5±18.1^{ab}	202.0±12.9^{a}	28.5±5.2^{b}	338.0±20.0^{a}	107.5±1.9^{a}	88.2±0.7^{b}
135	131.3±1.0^{c}	117.3±4.2^{c}	14.0±3.2^{b}	182.1±3.1^{b}	50.8±2.1^{b}	91.0±0.1^{a}
150	137.5±6.0^{c}	122.7±5.7^{bc}	14.8±0.3^{b}	191.0±6.3^{b}	53.5±0.4^{b}	90.5±0.6^{a}

Different superscript letters within column indicate values are significantly different at the level of $p \leq 0.05$

Table 2 Viscosity properties of rice flour produced from paddy subjected to various drying and storage temperatures after 6 months storage.

Drying Temp (°C)	Storage Temp (°C)	Peak viscosity (RVU)	Trough (RVU)	Breakdown (RVU)	Final viscosity (RVU)	Setback (RVU)	Pasting Temp (°C)
Control	15	261.3±7.8^{a}	163.0±5.9^{a}	98.3±1.9^{a}	265.8±5.1^{b}	4.5±2.7^{e}	78.0±0.5^{ef}
	Room temp	228.8±0.5^{cd}	162.6±7.6^{a}	66.2±7.1^{de}	273.9±6.5^{a}	45.1±6.1^{ab}	83.9±0.9^{a}
100	15	241.6±0.7^{b}	150.7±5.3^{bc}	91.0±6.0^{b}	246.9±6.4^{ef}	5.3±7.1^{e}	77.1±0.5^{g}
	Room temp	228.2±1.9^{d}	165.0±4.4^{a}	63.3±2.5^{def}	277.6±4.0^{a}	49.4±2.2^{a}	83.5±0.4^{ab}
115	15	236.3±5.3^{bc}	147.8±2.6^{bc}	88.5±7.9^{b}	242.5±0.8^{f}	6.3±6.2^{e}	78.8±1.4^{e}
	Room temp	211.3±3.9^{e}	148.4±1.9^{bc}	62.9±2.0^{def}	257.7±3.4^{cd}	46.3±0.6^{ab}	83.1±0.0^{ab}
125	15	226.5±0.6^{d}	152.1±2.7^{b}	74.4±3.4^{c}	251.8±1.9^{de}	25.2±2.6^{cd}	81.6±0.0^{c}
	Room temp	211.5±1.2^{e}	151.5±0.5^{bc}	60.0±0.7^{def}	258.8±2.0^{c}	47.3±0.7^{ab}	83.4±1.2^{ab}
135	15	223.1±7.2^{d}	145.0±3.4^{cd}	78.1±3.8^{c}	242.8±5.1^{f}	19.7±2.1^{d}	80.4±0.6^{d}
	Room temp	192.5±0.7^{fg}	134.0±1.8^{ef}	58.5±1.1^{f}	235.3±1.7^{g}	42.8±0.0^{b}	82.4±0.8^{bc}
150	15	199.8±12.6^{f}	132.3±6.5^{f}	67.5±6.0^{d}	227.3±6.2^{h}	27.5±6.4^{c}	82.5±0.4^{bc}
	Room temp	189.0±2.7^{g}	139.1±1.9^{de}	50.0±0.8^{g}	240.4±2.5^{fg}	51.4±0.2^{a}	84.3±0.5^{a}

Different superscript letters within column indicate values are significantly different at the level of $p \leq 0.05$

สรุปผล

การอบแห้งข้าวเปลือกแบบสองขั้นตอนโดยใช้เทคนิคฟลูอิดไดเซชันในขั้นตอนแรก ที่อุณหภูมิลมร้อนสูงขึ้นทำให้ได้ข้าวต้นสูงขึ้น แต่ดัชนีความขาวลดลง อุณหภูมิการอบมีผลต่อความแตกต่างของสมบัติด้านความหนืด หลังการเก็บรักษาเป็นระยะเวลา 6 เดือน ที่อุณหภูมิห้องทำให้ข้าวเปลือกมีปริมาณกรดไขมันอิสระสูงกว่าการเก็บที่ 15°C และทำให้สมบัติด้านความหนืดมีการเปลี่ยนแปลงมากกว่าการเก็บที่ 15°C เช่นกัน

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณศาสตราจารย์ ดร. สมชาติ โสภณรณฤทธิ์ สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน คณะพลังงาน สิ่งแวดล้อมและวัสดุ มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี ที่ให้การสนับสนุนด้านห้องปฏิบัติการและเครื่องมือวิเคราะห์ด้านการอบแห้ง

เอกสารอ้างอิง

พิพัฒน์ อมตฉายา, 2538, การอบแห้งข้าวเปลือกและข้าวโพดในที่เก็บและการเก็บรักษาในสถานที่ใช้งานจริง, วิทยานิพนธ์ปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต, สายวิชาเทคโนโลยีพลังงาน, คณะพลังงานและวัสดุ, มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี.

พัสกร เจียตระกูล, เมธินี เห่วซึ่งเจริญ และ ศุภศักดิ์ ลิมปิติ, 2546, ผลของอุณหภูมิ และความชื้นต่อคุณภาพการสีข้าวขาวดอกมะลิ 105, เครือข่ายข้อมูลวิทยาการหลังการเก็บเกี่ยว (30 ตุลาคม): 8 หน้า.

AACC, 1976, Approved methods of the american association of cereal chemists, American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, MN.

Kongkiattkajorn, J., Siwapornrak, P. and Photchanachai, S., 2004, Chemical and physicochemical changes of rice cv. Khao Dawk Mali 105 during storage at different temperature, KMUTT Research and Development Journal, 27(3): 285-297.

Lam, H., and Proctor, A., 2002, Kinetics and mechanism of free fatty acid formation on the surface of milled rice, Journal of Agricultral and Food Chemistry, 50: 7161-7163.

Pearce, M. D., Marks, B. P. and Meullenet, J. F., 2001, Effect of postharvest parameters on changes during rough rice storage, Cereal Chemistry, 78(3): 354-357.

Perdon, A. A., Marks, B. P., Siebenmorgen, T. J. and Reid, N. B., 1997, Effects of rough rice storage conditions on the amylograph and cooking properties of medium-grain rice cv. Bengal, Cereal Chemistry, 74: 864-867.

Rordprapat, W., Nathakaranakule, A., Tia, W. & Soponronnarit, S., 2005, Comparative study of fluidised bed paddy drying using hot air and superheated, Journal of Food Engineering, 71(1): 28-36.

Soponronnarit, S. Prachayawarakorn, S., 1991, Optimum strategy for fluidized bed paddy drying, Drying Technology, 12(7): 1667-1686.

Taweerattanapanish, A., Soponronnarit, S., Wetchakama, S., Kongseri, N., & Wongpiyaachon, S., 1999, Effects of drying on head rice yield using fluidization technique, Drying Technology, 17: 345-353.

Tirawanichakul, S., Prachayawarakorn, S., Varanyanond, W., Tungtrakul, P. and Soponronnarit, S., 2004, Effect of fluidized bed drying temperature on various quality attributes of paddy, Drying Technology, 22(7): 1731-1754.

Wiset, L., Kongkiattikajorn, J. and Potchanachai, S., 2005, Effect of free fatty acid contents on pasting behaviour of postharvest brown rice flour, 31st Congress on Science and Technology of Thailand at Suranaree University of Technology, 18 – 20 October.

Yoenyongbuddhagal, S. and Noomhorm, A., 2002, Effect of raw material preparation on rice vermicelli quality, Starch/Stärke, 54: 534-539.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 331-334 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 331-334 (2550)

การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความดันสูงในการควบคุมแมลงในข้าวสาร

Use of Pressurized Carbon Dioxide to Control Infested Insects in Milled Rice

พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์[1] อิมราน อาหมัด[2] และ อรรถพล นุ่มหอม[2]

Sirisoontaralak, P.[1], I. Ahmad[2] and A. Noomhorm[2]

Abstract

Carbon dioxide was applied to kill all life stages of maize weevil (*Sitophilus zeamais)* in milled rice under different pressure (4, 6 and 8 bars) using a specially designed pressure chamber. Estimated time to obtain 99% mortality (LT_{99}) for all life stages of this insect decreased with applied pressure. They were ≤148.40, ≤28.95, ≤9.03 and ≤4.76 h at atmospheric pressure, 4, 6 and 8 bars respectively. Adults were the most susceptible stage while larvae and pupae were relatively more tolerant to pressurized carbon dioxide. A significant decreasing trend ($p<0.05$) was observed in water absorption, cooked rice hardness, final viscosity, setback and consistency when milled rice was exposed to longer exposure time. High pressure showed more distinctive changes than low pressure. However, panelists could not observe the difference of non-treated and treated rice when sensory qualities were evaluated.

Keywords : Pressurized Carbon Dioxide, Carbon dioxide, Milled Rice

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้เป็นการใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มความดันแตกต่างกัน ที่ 4, 6 และ 8 บาร์ เพื่อฆ่าด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais)* ซึ่งเป็นแมลงศัตรูในข้าวสาร โดยใช้ถังรมที่ออกแบบเฉพาะ พบว่าเวลาที่ร้อยละ 99 ของแมลงทุกระยะการเจริญเติบโตตาย (LT_{99}) ลดลงตามระดับความดันที่ปรับใช้ โดย LT_{99} เป็น ≤ 148.40, ≤ 28.95, ≤ 9.03 และ ≤ 4.76 ชั่วโมง ที่ความดันบรรยากาศ, 4, 6 และ 8 บาร์ ตามลำดับ และระยะตัวเต็มวัยตายง่ายที่สุด ในขณะที่ระยะหนอนและดักแด้ทนต่อก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มความดันมากกว่าระยะการเจริญเติบโตอื่น นอกจากนี้ค่าการดูดซับน้ำระหว่างการหุงต้ม ค่าความแข็งของข้าวสุก ค่าความหนืดน้ำแป้ง ได้แก่ ค่า final viscosity, ค่า setback และ ค่า consistency มีแนวโน้มลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p\leq0.05$) หลังจากรมข้าวสารภายใต้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์เพิ่มความดันนานขึ้น โดยที่เมื่อใช้ความดันสูงจะเห็นการเปลี่ยนแปลงอย่างชัดเจนกว่าความดันต่ำ อย่างไรก็ตาม ผู้ชิมไม่สังเกตความแตกต่างของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวสารที่ผ่านการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เพิ่มความดันเมื่อเปรียบเทียบกับข้าวสารที่ไม่ผ่านการรม

คำสำคัญ : ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, ด้วงงวงข้าวโพด

คำนำ

ด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) เป็นสายพันธุ์ที่พบมากในโรงสีทั่วประเทศไทย เมื่อด้วงงวงข้าวโพดปนเปื้อนในข้าวสารจะวางไข่ภายในเมล็ด แม้จะกำจัดตัวเต็มวัยออกจากข้าวสารก่อนการบรรจุถุงพลาสติก ไข่สามารถเจริญเป็นหนอนดักแด้และตัวเต็มวัยทำความเสียหายแก่ข้าวสารบรรจุถุง โรงสีจะควบคุมแมลงศัตรูด้วยการรมสารเคมี เช่น เมธิลโบรไมด์ ฟอสฟีน แต่ปัจจุบันผู้บริโภคมีความกังวลเกี่ยวกับความปลอดภัยของสารเคมี การใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์กำจัดแมลงศัตรูข้าวสารจึงเป็นอีกทางเลือกหนึ่งที่ได้รับความสนใจ Annis (1987) รายงานด้วงงวงข้าว (*Sitophilus oryzae*) เป็นแมลงที่ทนทานมากที่สุดต่อบรรยากาศที่มีความเข้มข้นคาร์บอนไดออกไซด์สูง โดยต้องรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้นมากกว่า 40% เป็นเวลา 15 วัน ซึ่งน่าจะใกล้เคียงกับด้วงงวงข้าวโพดซึ่งเป็นแมลงในตระกูลเดียวกัน ดังจะเห็นว่าการรมโดยใช้ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ใช้เวลาในการรมนานมากเมื่อเปรียบเทียบกับการรมสารเคมี จึงมีความพยายามลดระยะเวลาในการรม โดย Nakakita และ Kawashima (1994) ที่นำเสนอการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้ความดัน 5-30 บาร์ ก่อนจะลดความดันอย่างรวดเร็ว ซึ่งพบว่ามีประสิทธิภาพในการฆ่าแมลงศัตรูหลายชนิดได้ดี อย่างไรก็ตามการปรับ

[1]สาขาวิชาวิทยาศาสตร์การอาหารและโภชนาการ, คณะวิทยาศาสตร์, มหาวิทยาลัยศรีนครินทรวิโรฒ, ซ. สุขุมวิท 23, เขตวัฒนา, กรุงเทพฯ 10110

[1]Division of Food Science and Nutrition, Faculty of Science, Srinakharinwirot University, Soi Sukhumwit 23, Wattana, Bangkok, 10110

[2]ภาควิชาวิศวกรรมอาหารและเทคโนโลยีชีวภาพ, สถาบันเทคโนโลยีแห่งเอเชีย, กม. 42, ถ. พหลโยธิน, อ. คลองหลวง, จ. ปทุมธานี 12120

[2]Food Engineering and Bioprocess Technology Program, Asian Institute of Technology, Km 42, Paholyothin road, Klong Luang, Pathumthani, 12120

ใช้ความดันในระดับสูง (มากกว่า 10 บาร์) จะต้องใช้เครื่องมือราคาแพงและควบคุมค่อนข้างยาก ดังนั้นในการศึกษานี้จึงสร้างถังรมที่ใช้รมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ในระดับต่ำกว่า (ไม่เกิน 8 บาร์) และศึกษาอัตราการตายของด้วงงวงข้าวโพดทุกระยะการเจริญเติบโต และผลของการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความดันสูงต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวสาร

อุปกรณ์และวิธีการ

ตัวอย่างข้าวที่ใช้ในการทดลองเป็นพันธุ์ขาวดอกมะลิ 105 (KDML 105) สำหรับการเตรียมตัวอย่างแมลงทำโดยนำตัวเต็มวัยด้วงงวงข้าวโพด (*Sitophilus zeamais*) มาเลี้ยงในข้าวสารผสมกับรำ จากนั้นนำตัวเต็มวัย 100 ตัวใส่ในข้าวสาร 250 กรัม ทิ้งให้ตัวเต็มวัยวางไข่ในข้าวสาร 2 วัน จากนั้นนำออก และทิ้งไว้ 2, 20 และ 24 วัน เพื่อให้ได้ตัวอย่างแมลงระยะไข่ หนอนและดักแด้ ตามลำดับ นำข้าวสารที่ปนเปื้อนแมลงแต่ละระยะการเจริญเติบโตใส่ในถ้วยพลาสติกขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 8 ซม. ความสูง 9 ซม. ปิดปากถ้วยด้วยผ้าขาวบาง สำหรับถังรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ เป็นถังสแตนเลสขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 25 ซม. ความสูง 50 ซม. ที่ติดตั้งตัวตรวจวัดความดันที่ส่งสัญญาณไปที่ programmable logic control (PLC) ซึ่งจะปรับวาล์วปล่อย ก๊าซเข้าและออก ให้รักษาระดับความดันตามที่กำหนด ในการทำลองจะนำตัวอย่างที่บรรจุในถ้วยพลาสติก ใส่ในถังรม ปิดฝา ใช้ปั๊มสุญญากาศดึงอากาศออก ก่อนจะปล่อยก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ความเข้มข้น 100% (Praxair (Thailand) Co., Ltd.) เข้าสู่ถังรมจนได้ระดับความดันที่กำหนด คือ 4, 6 และ 8 บาร์ โดยนำตัวอย่างข้าวสารที่มีตัวเต็มวัยออกเมื่อรมเป็นระยะเวลา 1, 2, 4, 6, 8 ชั่วโมง สำหรับความดัน 4 บาร์ และ ทุก 30 นาที สำหรับความดัน 6 และ 8 บาร์ สำหรับตัวอย่างข้าวสารที่มีระยะ ก่อนตัวเต็มวัย นำออกเมื่อรมเป็นระยะเวลา 4, 6, 8, 10, 12 และ 14 ชั่วโมง สำหรับความดัน 4 บาร์ และเมื่อรมเป็นระยะ เวลาทุก 30 นาที สำหรับความดัน 6 และ 8 บาร์ โดยทำการทดลอง 3 ซ้ำ จากนั้นประเมินการตาย (mortality) ของตัวเต็มวัย ภายใน 1 วัน หลังการรม และนับจำนวนที่ฟักตัวของตัวอย่างระยะไข่, หนอน, ดักแด้ เปรียบเทียบกับตัวอย่างควบคุม นำผลมาวิเคราะห์ probit analysis ด้วย SPSS v.11.0 software รายงานค่าระยะเวลาการรมที่ทำให้แมลงตาย 50 และ 99 % (LD_{50} และ LD_{99}) นอกจากนี้ภายหลังการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ นำตัวอย่างข้าวสารมาประเมินคุณภาพ ด้านสี ได้แก่ ความเป็นสีเหลือง (b value) ด้วยเครื่องวัดสีระบบ hunter (model CFLX-45, Hunter Associates Laboratory, Inc., USA) ความแข็งของข้าวสุก ด้วยการตรวจวัดแบบ back extrusion test) โดยใช้เครื่อง Instron Universal Tester (model LRX 5 k, LLOYD Instrument Ltd., UK) และคุณสมบัติน้ำแป้งใช้วิธีสำหรับแป้งข้าว 61-02 (AACC, 2000) ด้วยเครื่อง Rapid Visco Analyzer (RVA) (model 4D, Newport Scientific, Australia)

ผลและวิจารณ์ผล

ประสิทธิภาพในการฆ่าด้วงงวงข้าวโพดทุกระยะการเจริญเติบโตเพิ่มขึ้น ตามระดับความดันของก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ใช้ในการรม ซึ่งสามารถพิจารณาจากระยะเวลาในการรมที่ทำให้แมลงตาย 99 % (LT_{99}) เมื่อรมที่ระดับความดันบรรยากาศ (1 บาร์) LT_{99} สำหรับด้วงงวงข้าวโพดทุกระยะการเจริญเติบโตเป็น $\leq$ 148.40 ชั่วโมง ในขณะที่ LT_{99} ลดลงอย่างมาก เมื่อรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้ความดันเป็นเวลา $\leq$ 28.95, $\leq$ 9.03 และ $\leq$ 4.76 ชั่วโมง เมื่อระดับความดันเป็น 4, 6 และ 8 บาร์ตามลำดับ (Table 1) ทั้งนี้ผลการทดลองสอดคล้องกับ Nakakita และ Kawashima (1994) ซึ่งรายงานว่าในระหว่างการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ก๊าซจะแทรกซึมเข้าสู่ร่างกายของแมลง เมื่อความดันสูง ก๊าซจะขยายตัว แต่เมื่อลดความดันสู่ระดับความดันบรรยากาศอย่างรวดเร็ว ร่างกายแมลงจะเสียหายอย่างรุนแรง และตายในที่สุด นอกจากนี้เมื่อเปรียบเทียบแต่ละระยะการเจริญเติบโต พบว่าระยะตัวเต็มวัยตายง่ายที่สุด ในขณะที่ระยะหนอน และดักแด้ค่อนข้างทนต่อการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้ความดันมากกว่า อย่างไรก็ตามผลการทดลองแตกต่างจากการศึกษาของ Nakakita และ Kawashima (1994) ที่รายงานงานว่าระยะไข่ของด้วงงวงข้าวเป็นระยะที่ทนที่สุด ทั้งนี้น่าจะเนื่องจากระดับของความดันที่ปรับใช้สูงกว่าในการศึกษานี้มาก (5-30 บาร์)

หลังจากรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความดันแตกต่างกัน และนำข้าวสารที่ผ่านการรมมาวิเคราะห์คุณภาพ แสดงผลการเปลี่ยนแปลงคุณภาพข้าวใน Table 2 พบว่าค่าการดูดซับน้ำลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อใช้ความดัน 4 บาร์ แต่กลับไม่เปลี่ยนแปลงเมื่อรมที่ระดับความดัน 6 และ 8 บาร์ ซึ่งอาจจะเนื่องมาจากการรมที่ระดับความดันสูง แต่ใช้ระยะเวลาการรมสั้น เพียง 5 ชั่วโมง เมื่อนำข้าวสารที่ผ่านการรมไปหุงสุก พบว่าความแข็งของข้าวสุกไม่เปลี่ยนแปลง เมื่อใช้ระดับความดันต่ำ 4 บาร์ แต่ความแข็งของข้าวสุกลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อใช้ระดับความดันสูง แม้ระยะเวลาการรมจะสั้น สำหรับค่าความหนืดน้ำแป้ง ไม่พบการเปลี่ยนแปลงของค่า peak viscosity และ breakdown แต่ค่า final viscosity

ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) โดยเฉพาะเมื่อระดับความดันสูงถึง 8 บาร์ เช่นเดียวกับ ค่า consistency ที่ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความดัน 4, 6 และ 8 บาร์ เป็นเวลา 6, 2 และ 2 ชั่วโมง ตามลำดับ ในขณะที่ค่า setback ลดลงอย่างมีนัยสำคัญ ($p \leq 0.05$) เมื่อรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความดัน 4 และ 8 บาร์ เป็นเวลา 12 และ 3.5 ชั่วโมงตามลำดับ แต่ไม่พบการเปลี่ยนแปลงที่ชัดเจนเมื่อรมก๊าซที่ระดับความดัน 6 บาร์ ทั้งนี้ค่า setback มีความสัมพันธ์กับการเกิดรีโทรเกรเดชันของข้าวสุก ดังจะเห็นว่าการลดลงของค่า setback สอดคล้องกับการลดลงของความแข็งของข้าวสุก เมื่อผ่านรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ โดยเฉพาะที่ระดับความดันสูง อย่างไรก็ตาม เมื่อนำไปให้ผู้ชิงประเมินคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวหุงสุกจากข้าวที่ผ่านการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ระดับความดันต่างๆ พบว่าไม่มีความแตกต่างอย่างมีนัยสำคัญ ($p > 0.05$) ของคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวที่ไม่ผ่านการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ (ข้อมูลไม่ได้แสดงในบทความนี้)

Table 1 ระยะเวลาการรม (ชั่วโมง, h) (95% confidence intervals) ที่ทำให้แมลงตาย 50 และ 99% (LT50 และ LT99) ของด้วงงวงข้าวโพด (S.zeamais) ทั้ง 4 ระยะการเจริญเติบโต เมื่อรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ที่ความดันแตกต่างกัน 4 ระดับ

Insect Types	Stage	Pressure (Bars)	LT_{50} (h)	95% CIs	LT_{99} (h)	95% CIs
S. zeamais	Eggs	1	26.36	(23.12, 29.37)	64.26	(58.23, 72.68)
		4	4.85	(2.62, 6.34)	15.51	(12.73, 21.54)
		6	1.95	(1.73, 2.14)	4.37	(4.08, 4.74)
		8	2.47	(2.15, 2.73)	4.55	(4.12, 5.24)
	Larvae	1	25.78	(14.87, 36.61)	61.30	(47.76, 90.64)
		4	4.44	(1.68, 6.37)	14.56	(11.38, 22.49)
		6	2.73	(1.73, 3.38)	9.03	(7.53, 12.15)
		8	1.41	(0.00, 2.40)	3.32	(2.35, 7.33)
	Pupae	1	42.92	(28.62, 58.62)	148.40	(109.22, 278.80)
		4	9.19	(6.46, 13.38)	28.95	(20.77, 61.27)
		6	2.27	(1.64, 2.79)	5.51	(4.71, 6.89)
		8	1.74	(1.11, 2.18)	4.76	(4.10, 5.93)
	Adults	1	8.42	(7.85, 8.99)	15.59	(14.46, 17.13)
		4	3.83	(3.36, 4.38)	6.91	(5.99, 8.56)
		6	0.44	(0.16, 0.67)	1.28	(0.96, 2.27)
		8	1.25	(1.20, 1.31)	1.99	(1.88, 2.15)

สรุปผล

การรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้ความดันจะทำให้ระยะเวลาที่ทำให้แมลงตายสั้นลง โดยประสิทธิภาพขึ้นอยู่กับระดับความดันที่ปรับใช้ ซึ่งจะเห็นจากค่า LT_{99} เป็น $\leq$ 148.40, $\leq$ 28.95, $\leq$ 9.03 และ $\leq$ 4.76 ชั่วโมง ที่ความดันบรรยากาศ, 4, 6 และ 8 บาร์ ตามลำดับ และพบการเปลี่ยนแปลงคุณภาพของข้าวหลังจากผ่านการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ ได้แก่ ค่าการดูดซับน้ำระหว่างการหุงต้ม ค่าความแข็งของข้าวสุก ค่า final viscosity, ค่า consistency และ ค่า breakdown แต่ผู้ชิมไม่สังเกตความแตกต่างระหว่างคุณภาพทางประสาทสัมผัสของข้าวสารที่ผ่านการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้ความดัน และข้าวสารที่ไม่ผ่านการรม

Table 2 ค่าการดูดซับน้ำระหว่างการหุงต้ม ความแข็งของข้าวสุก และคุณสมบัติน้ำแป้งของข้าวสารที่ผ่านการรมก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์ภายใต้ความดันแตกต่างกัน

Pressure (bars)	Time (h)	Water absorption (g/g)	Cooked rice hardness (N)	Pasting properties (RVU)[1]				
				PV	FV	BD	SB	CS
4	0	2.54±0.00^{d}	19.8±0.2^{b}	293^{a}	297^{bc}	131^{ab}	5^{b}	135^{b}
	4	2.30±0.03^{c}	20.1±0.7^{b}	294ab	303^{c}	121^{a}	10^{b}	130^{ab}
	8	2.27±0.09^{c}	19.7±2.3^{b}	304c	293^{ab}	137^{b}	-10^{a}	127^{a}
	12	2.15±0.06^{b}	20.0±1.3^{b}	301bc	290^{ab}	139^{b}	-11^{a}	128^{a}
	14	1.93±0.01^{a}	19.4±0.2^{ab}	295ab	285^{a}	141^{b}	-11^{a}	130^{a}
6	0	2.54±0.00^{b}	19.8±0.2^{d}	293a	297^{c}	131^{ab}	5^{b}	135^{d}
	2	2.41±0.04^{ab}	19.5±1.0^{cd}	298a	289^{ab}	136^{ab}	-9^{a}	127^{a-c}
	3	2.23±0.18^{a}	18.1±0.9^{a-c}	298a	294^{bc}	129^{ab}	-4^{ab}	125^{ab}
	4	2.33±0.23^{a}	17.9±0.9^{ab}	295a	292^{a-c}	130^{ab}	-3^{ab}	126^{a-c}
	5	2.37±0.06^{ab}	17.5±0.5^{a}	290^{a}	287^{a}	132^{ab}	-3^{ab}	129^{c}
8	0	2.62±0.08^{ab}	19.8±0.2^{b}	293^{a}	297^{b}	131^{a}	5^{b}	135^{b}
	2	2.73±0.04^{b}	18.0±0.4^{ab}	295^{a}	291^{a}	132^{a}	-5^{ab}	127^{a}
	3	2.66±0.07^{ab}	18.6±2.1^{ab}	297^{a}	292^{ab}	130^{a}	-6^{ab}	124^{a}
	4	2.56±0.10^{ab}	18.0±1.2^{ab}	298^{a}	288^{a}	135^{a}	-10^{a}	125^{a}
	5	2.54±0.10^{a}	17.1±1.2^{a}	300^{a}	288^{a}	137^{a}	-12^{a}	126^{a}

[1] PV = peak viscosity, BD = (PV-minimum viscosity), FV = final viscosity, CS = consistency (FV-minimum viscosity), SB setback (FV-PV)

$^{a,b,c,.....}$ Mean of the same column with different small letters of superscripts indicating significantly differences ($P \leq 0.05$)

คำขอบคุณ

งานวิจัยนี้ได้รับการสนับสนุนเงินทุนจากสำนักงานสนับสนุนการวิจัย (สกว.) และบริษัท ไรซ์เอ็นจิเนียริ่ง ซัพพลาย จำกัด และได้รับการช่วยเหลือและคำแนะนำในการเตรียมตัวอย่างแมลงจากสำนักวิจัยและพัฒนาเทคโนโลยีหลังการเก็บเกี่ยวและการแปรรูปผลิตภัณฑ์ กรมวิชาการเกษตร

เอกสารอ้างอิง

AACC, 2000, Approved Methods of the American Association of Cereal Chemists. American Association of Cereal Chemists, Inc. St. Paul, Mn.

Anis, P. C., 1987, Towards rational controlled atmosphere dosage schedules: a review of current knowledge, Proceedings of the 4th International Working Conference on Stored-Products Protection, Tel Aviv, Israel, 128-148.

Nakakita, H. and K. Kawashima, 1994, A new method to control stored-product insects using carbon dioxide with high pressure followed by sudden pressure loss in stored product protection, Proceedings of the 6th International Working Conference on Stored-Product Protection, Canberra, Australia, 126-129.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 335-338 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 335-338 (2550)

ผลของการใช้กระบวนการไมโครเวฟก่อนการอบด้วยลมร้อนต่อคุณภาพและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระของกล้วยอบแห้ง

Effect of Microwave Pretreatment on the Quality and Antioxidant Activity of Hot-air Dried Banana

กิตินันท์ รัตนพิทักษ์กุล[1] และ วารินทร์ พิมพา[1]
Ratanaphitakkul, K.[1] and W. Pimpa[1]

Abstract

The aim of this work was to study the effect of microwave pretreatment for hot air drying process of banana. Three sets of different microwave powers and microwave heating times (0.5 watt/g 5 minutes, 0.5 watt/g 10 minutes and 1 watt/g 5 minutes) were investigated the changes of quality and antioxidant activity of dried bananas. The results showed that microwave pretreatment could reduce the hot-air drying time by 14.28% when using 1 watt/g for 5 min. However, microwave pretreated dried bananas were darker in colour and higher firmness than those without microwave pretreatment. Furthermore, microwave caused a reduction of antioxidant activity and vitamin C content, whereas an increase in the total phenolic acid content was observed. However, no significant overall favorite scores of sensory evaluation ($p>0.05$) was noted between the dried samples with and without microwave pretreatment. The best taste accepted product was pretreated with 0.5 watt/g for 5 min.

Keywords : microwave, antioxidant activity, dried banana, hot-air drying

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อศึกษาผลของกำลังไมโครเวฟและระยะเวลาที่ใช้ไมโครเวฟก่อนกระบวนการอบลมร้อนที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส 3 รูปแบบ (0.5 วัตต์/กรัม 5 นาที, 0.5 วัตต์/กรัม 10 นาทีและ 1 วัตต์/กรัม 5 นาที) ต่อการเปลี่ยนแปลงคุณภาพและฤทธิ์ในการต้านอนุมูลอิสระของกล้วยอบแห้ง พบว่าการใช้กระบวนการไมโครเวฟที่กำลังไฟ 1 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 5 นาทีก่อนการอบด้วยลมร้อนจะช่วยลดระยะเวลาของการอบด้วยลมร้อนลงร้อยละ 14.28 แต่กล้วยที่ผ่านกระบวนไมโครเวฟจะมีสีคล้ำและความแน่นเนื้อสูงกว่ากล้วยที่อบด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียว และมีฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณวิตามินซีลดลงแต่มีปริมาณกรดฟีโนลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้น อย่างไรก็ตามผลการทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัสพบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งที่ผ่าน และไม่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟก่อนการอบด้วยลมร้อนในทุกชุดการทดลองมีคะแนนความชอบ โดยรวมไม่แตกต่างทางสถิติ ($P>0.05$) และกล้วยอบแห้งที่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟที่กำลังไฟ 0.5 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 5 นาที มีคะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติสูงสุด

คำสำคัญ : ไมโครเวฟ ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ กล้วยอบแห้ง การอบด้วยลมร้อน

คำนำ

กล้วยน้ำว้าเป็นผลไม้ที่มีผลผลิตจำนวนมากแต่มีอายุการเก็บรักษาสั้น เนื่องจากกล้วยจัดเป็นผลไม้ประเภท climacteric fruit ซึ่งมีการเปลี่ยนแปลงค่อนข้างรวดเร็วหลังการเก็บเกี่ยว โดยเฉพาะอย่างยิ่งการสุกนับว่าเป็นปัญหาสำคัญที่ก่อให้เกิดการเร่งกระบวนการเปลี่ยนแปลงทางด้านชีวเคมีและสรีรวิทยาต่างๆมากมาย เช่น การเปลี่ยนแปลงของรงควัตถุ รสชาติ ตลอดจนเนื้อสัมผัสซึ่งจะนำไปสู่การเสื่อมสภาพและเกิดการสูญเสียในที่สุด เพื่อหลีกเลี่ยงปัญหาดังกล่าวการแปรรูปกล้วยน้ำจึงเป็นทางเลือกหนึ่งที่ได้รับการยอมรับจากผู้บริโภค เช่น กล้วยบวดชี กล้วยปิ้ง กล้วยทอด กล้วยตาก เพราะนอกจากจะมีรสชาติที่ดีแล้วยังอุดมด้วยสารอาหารมากมายหลายชนิด ผลของกล้วยเป็นส่วนที่มีคุณค่าทางอาหารมากที่สุดโดยมีแร่ธาตุต่าง ๆ วิตามิน และเส้นใยอาหาร ที่เป็นประโยชน์ต่อร่างกาย (หมายใจ, 2548)

กล้วยตากเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้จากการแปรรูปกล้วยน้ำว้าซึ่งการแปรรูปกล้วยน้ำว้าเป็นผลิตภัณฑ์กล้วยตากนั้นแต่เดิมมักทำแห้งโดยวิธีธรรมชาติ คือ การผึ่งแดด ซึ่งการผึ่งแดดนี้จะเกิดการปนเปื้อนจากจุลินทรีย์ได้ง่ายและต้องใช้เวลานาน ทำให้มี

[1]คณะเกษตรศาสตร์ทรัพยากรธรรมชาติและสิ่งแวดล้อม มหาวิทยาลัยนเรศวร อ.เมือง จ.พิษณุโลก 65000
[1] Faculty of Agriculture, Natural Resources and Environment, Naresuan University, Phitsanulok 65000

การใช้เครื่องอบแห้งแบบลมร้อนแทนแสงอาทิตย์แต่พบว่าผลิตภัณฑ์มักมีสีดำคล้ำและเกิดการสูญเสียคุณค่าทางอาหารในระหว่างกระบวนการอบ ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงต้องการพัฒนากระบวนการแปรรูปกล้วยน้ำว้าโดยศึกษาความเป็นไปได้ในการใช้ออสโมติกดีไฮเดรชันร่วมกับการอบแห้งด้วยไมโครเวฟและการอบลมร้อน ทั้งนี้เนื่องจากมีรายงานว่าการใช้กระบวนการไมโครเวฟร่วมกับการอบแห้งด้วยลมร้อนจะทำให้ระยะเวลาการตากแห้งลดลงและผลิตภัณฑ์ที่ผ่านกระบวนการยังคงคุณสมบัติที่ดีกว่าการอบด้วยลมร้อนเพียงอย่างเดียวในผลไม้หลายชนิด เช่น มะละกอ แอปเปิ้ล สตรอเบอรี่ กีวี โดยคาดหวังว่าจะให้ผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้งให้มีคุณภาพดีขึ้นเพื่อเพิ่มมูลค่าและขยายตลาดผลิตภัณฑ์กล้วยอบแห้ง

อุปกรณ์และวิธีการ

กล้วยที่ใช้ในการทดลองเป็นกล้วยน้ำว้าไส้ขาวที่นำมาจากตลาดร่วมใจ จังหวัดพิษณุโลกบรรจุใส่ถุงพลาสติก ขนส่งโดยรถยนต์ปรับอากาศมายังห้องปฏิบัติการ ทำการคัดเลือกกล้วยน้ำว้าสุกระยะที่ 7 โดยเปรียบเทียบสีผิวเปลือกด้วย color chart ของ Munsell book (2.5 Y 8/12) คัดเลือกผลตัวอย่างทั้งหมดให้มีขนาดใกล้เคียงกัน และไม่มีการเสียหายทางกายภาพหรือบาดแผลจากแมลง หรือโรคที่เกิดจากจุลินทรีย์ แล้วนำมาล้างด้วยโซเดียมไฮโปคลอไรด์ร้อยละ 0.08 โดยน้ำหนักต่อปริมาตร จากนั้นปอกเปลือกกล้วย ลอกเส้นใยข้างกล้วยออก ใช้มีดตัดปลายลูกเล็กน้อย ทำการทดลองโดยนำกล้วยใส่ถาดพลาสติกกลม ชั่งน้ำหนักกล้วยให้แต่ละถาดมีน้ำหนัก 340 -360 กรัม นำเข้าเตาไมโครเวฟ รุ่น SEV-7853 ขนาด 180-900 วัตต์/230 โวลต์ จากนั้นนำกล้วยที่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟไปอบต่อด้วยตู้อบลมร้อน โดยนำกล้วยที่เตรียมไว้จัดใส่ถาดขนาด 86.5 X 51.5 เซนติเมตร จัดเรียงกล้วยทั้งหมด 80 ผล แบ่งเป็น 5 แถว แถวละ 16 ผล นำใส่ตู้อบลมร้อน cabinet dryer KPO-700 ขนาดความจุ 700 ลิตร ที่อุณหภูมิ 70 องศาเซลเซียส จากนั้นสุ่มตรวจการเปลี่ยนแปลงความชื้นทุก 2 ชั่วโมง จนกระทั่งกล้วยมีความชื้นร้อยละ 21-25 ผลิตภัณฑ์ที่ได้จะนำมาตรวจวัดการเปลี่ยนแปลงฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณวิตามินซี ปริมาณฟีโนลิกทั้งหมด และทดสอบคุณภาพทางประสาทสัมผัส

ผลและวิจารณ์ผล

กราฟความชื้นของกล้วยที่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟก่อนลมร้อนมีความแตกต่างจากกล้วยที่ผ่านกระบวนการลมร้อนเนื่องจากกระบวนการไมโครเวฟที่กำลังไฟ 1 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 5 นาที, 0.5 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 5 นาทีและ 0.5 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 10 นาที สามารถลดความชื้นเริ่มต้นของกล้วยก่อนการอบด้วยลมร้อนลงได้ประมาณร้อยละ 11.59 1.14 และ 10.4 ตามลำดับ และเมื่อเปรียบเทียบการใช้กระบวนการไมโครเวฟที่กำลังไฟ 1 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 5 นาที และ 0.5 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 10 นาที พบว่าการเพิ่มกำลังไฟไมโครเวฟเป็น 2 เท่า ลดเวลาลงครึ่งหนึ่งหรือการลดกำลังไฟไมโครเวฟลงครึ่งหนึ่งแต่ใช้เวลาเพิ่มขึ้น 2 เท่า สามารถช่วยลดปริมาณความชื้นลงได้ใกล้เคียงกันและสามารถลดระยะเวลาในการอบด้วยลมร้อนลงร้อยละ 14.28 (Figure 1) ดังนั้นการเปลี่ยนแปลงความชื้นของกล้วยอบไมโครเวฟกำลังไฟ 2 ระดับนี้ จึงลดลงเร็วกว่ากล้วยที่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟที่กำลังไฟ 0.5 วัตต์ /กรัม เป็นเวลา 5 นาทีและกล้วยที่ไม่ได้ผ่านกระบวนการไมโครเวฟ ซึ่งทำให้ใช้ระยะเวลาการอบด้วยลมร้อนลดลงสอดคล้องกับการทดลองของ Maskan (2000) ที่พบว่าการใช้คลื่นไมโครเวฟสามารถลดเวลาการอบแห้งลงได้

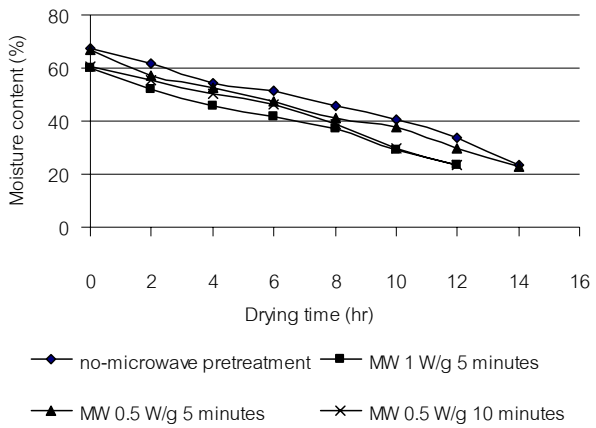


Figure 1 Changes in moisture content of hot air dried banana and microwave pretreated dried banana.

Table 1 Changes in antioxidant activity, vitamin C content and total phenolic content.

Process	Antioxidant activity (%)	Reduction of antioxidant activity (%)	Vitamin C content (mg/100g)	Reduction of vitamin C (%)	Total phenolics content (mg/g)	Increase of total phenolics content (%)
raw material	45.01±0.27	-	13.6 ±1.58	-	1.42±0.13	-
MW 1 w/g 5 min	37.36±0.61	16.99±1.36[a]	0.91±0.33	93.25±2.4[a]	2.58±0.03	44.96±0.50[b]
MW 0.5 w/g 5 min	39.81±1.46	11.54±3.24[b]	1.29±0.87	90.50±6.45[a]	1.91±0.04	25.56±1.62[c]
MW 0.5 w/g 10 min	37.93±0.83	15.72±1.84[a]	1.32±0.46	90.25±3.38[a]	3.08±0.17	53.74±2.47[a]
Control	40.46±0.90	10.09±2.01[b]	4.78±0.45	83.61±5.18[b]	1.95±0.04	27.22±1.50[c]

a, b, c,.. Mean of the same row with different small letters of superscripts indicating significantly differences ($P \leq 0.05$)

จาก Table 1 แสดงผลของกระบวนการไมโครเวฟต่อฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ ปริมาณวิตามินซี และปริมาณฟีโนลิกทั้งหมด พบว่าเมื่อใช้ไมโครเวฟที่กำลังไฟ 3 ระดับทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณวิตามินซีลดลง โดยกล้วยอบที่ผ่านกระบวนการ ไมโครเวฟที่กำลังไฟ 0.5 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 5 นาที ทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลงน้อยที่สุด แต่การลดลงของปริมาณวิตามินซีไม่แตกต่างกันในทุกชุดการทดลองเมื่อใช้กระบวนการไมโครเวฟ ซึ่งการลดลงของปริมาณวิตามินซีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระนี้สอดคล้องกับผลการศึกษาของ Zhang และ Hamauzu (2004) ที่รายงานว่ากระบวนการไมโครเวฟทำให้ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระและปริมาณวิตามินซีในบรอคโคลี่ลดลง แม้ว่ากระบวนการไมโครเวฟจะทำให้ปริมาณวิตามินซีและฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระลดลงแต่ในทางกลับกันกระบวนการไมโครเวฟยังทำให้ปริมาณฟีโนลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นอีกด้วย เห็นได้จากกล้วยอบที่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟที่กำลังไฟ 0.5 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 10 นาที ทำให้ปริมาณฟีโนลิกทั้งหมดเพิ่มขึ้นสูงที่สุดถึงร้อยละ 53.74 ซึ่งจากผลการทดลองของ Turkmen และคณะ (2005) พบว่ากระบวนการไมโครเวฟมีผลต่อปริมาณฟีโนลิกทั้งหมดโดยมีปริมาณเพิ่มขึ้นใน พริกไทย ถั่วเขียว บรอคโคลี่ และผักโขม แต่มีปริมาณลดลงในถั่ว ฟักทอง และกระเทียม อย่างไรก็ตามเมื่อเปรียบเทียบกล้วยที่ผ่านกระบวนไมโครเวฟก่อนการอบด้วยลมร้อน และกล้วยอบลมร้อนเพียงอย่างเดียว พบว่ากล้วยที่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟมีการสูญเสียปริมาณวิตามินซี และฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระมากกว่า และมีการเพิ่มขึ้นของปริมาณฟีโนลิกมากกว่าเช่นเดียวกัน

Table 2 Moisture content, Firmness and L* value of dried banana products.

Dried banana product	Moisture content (%)	Firmness(kgf)	L*
MW 1 W/g 5min	23.17±1.69[ns]	2.93±0.26[a]	52.49±0.87[b]
MW 0.5 W/g 5 min	22.59 ±1.88[ns]	2.74±0.27[bc]	53.37±0.63[b]
MW 0.5 W/g 10 min	23.23±1.85[ns]	2.85±0.24[bc]	50.23±0.80[c]
control	23.68±2.35[ns]	2.62±0.24[c]	55.32±1.27[a]

จาก Table 2 พบว่าผลิตภัณฑ์กล้วยอบทุกชุดการทดลองมีปริมาณความชื้นไม่แตกต่างกันอย่างมีนัยสำคัญทางสถิติ ($p>0.05$) และเมื่อพิจารณาจากค่าความสว่าง (L*) จะเห็นได้ว่ากล้วยที่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟจะมีค่าความสว่างน้อยกว่าเมื่อเปรียบเทียบกันกับกล้วยที่อบลมร้อนเพียงอย่างเดียว นอกจากนี้ค่าความแน่นเนื้อของกล้วยที่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟยังมีความแน่นเนื้อมากกว่าอีกด้วย โดยกล้วยอบที่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟที่กำลังไฟ 1 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 5 นาทีมีค่าความแน่นเนื้อมากที่สุด แสดงให้เห็นว่ากระบวนการไมโครเวฟมีผลต่อเนื้อสัมผัสและสีของผลิตภัณฑ์ แต่จากผลการทดสอบการยอมรับทางประสาทสัมผัสโดยใช้แบบทดสอบการยอมรับ 9-Hedonic test พบว่ากล้วยอบแห้งที่ผ่านและไม่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟก่อนการอบด้วยลมร้อนในทุกชุดการทดลองมีคะแนนทางด้านสี, เนื้อสัมผัสและความชอบโดยรวมไม่แตกต่างทางสถิติ ($p>0.05$) และกล้วยอบแห้งที่ผ่านกระบวนการไมโครเวฟที่กำลังไฟ 0.5 วัตต์/กรัม เป็นเวลา 5 นาที มีคะแนนการยอมรับทางด้านรสชาติสูงสุด

คำขอบคุณ

ขอขอบคุณสถาบันการวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยนเรศวรที่ให้การอุดหนุนเงินเพื่อใช้ในการวิจัยนี้

เอกสารอ้างอิง

หมายใจ จิตรีธรรม, 2548, สารพันกล้วย, บริษัท สำนักพิมพ์แม็ค จำกัด, กรุงเทพฯ, 136 หน้า.

Maskan, M., 2000, Microwave/air and microwave finish drying of banana, Journal of Food Engineering, 44: 71- 78.

Turkmen, N., Sari, F. and Velioglu, Y. S., 2005, The effect of cooking methods on total phenolics and antioxidant activity of selected green vegetables, Food Chemistry, 93: 713-718.

Zhang, D. and Hamauzu, Y., 2004, Phenolics, ascorbic acid, carotenoids and antioxidant activity of broccoli and their changes during conventional and microwave cooking, Food Chemistry, 88: 503–509.

Agricultural Sci. J. 38(6) (Suppl.): 339-343 (2007) ว. วิทย์. กษ. 38(6)(พิเศษ): 339-343 (2550)

สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากราเอนโดไฟท์ของพืชในวงศ์ Stemonaceae ในการยับยั้งจุลินทรีย์ที่ก่อโรคในพืช

Bioactive Compound Produced by Endophytic Fungai of *Stemona* spp. for Bacterial Plant Pathogen Control

ชัยวัฒน์ บุญมากาศ [1/] อัมพร ศุภตระกูล[2/] และทวีรัตน์ วิจิตรสุนทรกุล[1/]

Boonmakad. C.[1/] Supatrakul Amporn[2/] and Vichitsoonthonkul. T.[1/]

Abstract

The *Stemona* spp. plant species have long been used as medicinal plant against microorganisms and used for natural insecticides throughout Southeast Asia (Kaltenegger *et al.,* 2003). The study was thus undertaken in order to investigate the potential to produce bioactive compounds from endophytes associated in this plant species, against *Erwinia carotovora*, *Pseudomonas solanacearum* subvar.1, *Pseudomonas solanacearum* subvar.2 and *Xanthomonas citrii* which are bacterial plant pathogens. *Stemona burkilliic* were collected from Chiang Mai, Lamphun, Rayong and Nakornratchasima provinces. *S. kerrii* were also collected from Chiang Mai province. The total of 170 fungal endophytes were isolated from these samples and screened for antibacterial activity by plate diffusion bioassay method. The result showed that 15 isolates exhibited antibacterial activity against bacterial plant pathogens when grew in PDB+0.2%YE and modified MID media. Some of them exhibited broad spectrum of antibacterial activity while some isolates showed narrow spectrum when grew in the same medium and condition.

Keywords: Bioactive Compound, Fungal Endophyte, *Stemona* spp., Bacterial Plant Pathogen

บทคัดย่อ

พืชในวงศ์ Stemonaceae (หนอนตายหยาก) มีประสิทธิภาพในการกำจัดเชื้อจุลินทรีย์ และใช้ในการกำจัดแมลงมาเป็นเวลานานแล้ว ในงานวิจัยนี้จึงได้ศึกษาศักยภาพในการผลิตสารออกฤทธิ์ทางชีวภาพจากราเอนโดไฟท์ที่อาศัยอยู่ในพืชชนิดนี้ในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียก่อโรคในพืชซึ่งก็คือ *Erwinia carotovora, Pseudomonas solanacearum*, และ *Xanthomonas citrii* การทดลองนี้ได้เก็บตัวอย่างของ *Stemona burkilliic* ที่ได้มาจาก จังหวัด เชียงใหม่, ลำพูน, ระยอง และนครราชสีมา และได้เก็บตัวอย่างใบพร้อมก้านและรากของ *S. kerrii* จำนวน 58 ตัวอย่าง ราเอนโดไฟท์ที่แยกมาได้มีทั้งหมด 170 ไอโซเลท ซึ่งเมื่อนำอาหารเลี้ยงเชื้อหลังจากปั่นเหวี่ยงแยกเซลล์ออกแล้วมาทดสอบด้วยวิธี Plate Diffusion Method พบว่ามี 15 ไอโซเลทที่มีความสามารถในการยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรีย และเมื่อเลี้ยงในอาหารเหลว PDB+0.2%YE และ modified MID ในจำนวนนี้พบว่าราเอนโดไฟท์บางไอโซเลทสามารถยับยั้งยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียได้ทั้ง 4 สายพันธุ์ ในขณะที่บางไอโซเลทสามารถยับยั้งการเจริญเติบโตของเชื้อแบคทีเรียบางชนิดได้เท่านั้น

คำสำคัญ: สารออกฤทธิ์ทางชีวภาพ, ราเอนโดไฟท์, พืชในวงศ์ Stemonaceae, จุลินทรีย์ที่ก่อโรคในพืช

Introduction

Endophytic fungi are microorganisms that live in healthy plant tissue (Tan and Zou, 2001). They may provide their hosts with metabolites and other useful bioactive compounds to enhance growth and competitiveness of their host in nature (Carroll, 1988). The tuberous medicinal plant-*Stemona* spp. has been

[1] คณะทรัพยากรชีวภาพและเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี 83 หมู่ 8 ถนนบางขุนเทียน-ชายทะเล ท่าข้าม บางขุนเทียน กรุงเทพ 10150

[1]School of Bioresources and Technology, King Mongkut's University of Technology Thonburi, 83 Moo 8 Tein-talay Rd., Tha-kam, Bangkhuntein Bangkok 10150

[2] ศูนย์พันธุวิศวกรรมและเทคโนโลยีชีวภาพแห่งชาติ (ศช.) 113 ถนนพหลโยธิน ตำบลคลองหนึ่ง อำเภอคลองหลวง ปทุมธานี 12120

[2] National Center for Genetic Engineering and Biotechnolgoy (BIOTEC), 113 Thailand Science Park, Phahonyothin Road , Klong 1, Klong Luang, Pathumthani 12120

found in many parts of Thailand. For example, *Stemona* cf. *pierrei* in eastern Thailand were collected and tested for antibacterial activity (Kostecki *et al*., 2004). Several species of them have long been used to produce bactericidal and fungicidal effect (Brem *et al*., 2004). Therefore, endophytes that associated in this plant may be capable of producing bioactive metabolites that affect against some microorganisms. In this study, endophytic fungi of *Stemona* spp. were screened for activity against some bacterial plant pathogens that cause significant losses of Thai's economic crops.

Materials and Methods

Plant samples. Healthy leaves, stems and roots of Stemona plant samples (i.e. *Stemona kerrii, S. burkilliic*) were collected from Chiang Mai, Lamphun, Rayong and Nakornratchasima provinces, Thailand. *Stemona burkilliic*, were collected from Chiang Mai, Lamphun, Rayong and Nakornratchasima provinces, and *Stemona kerrii* were also collected from Chiang Mai province.

Endophyte isolation procedure. The roots were sliced, the leaves were cut into pieces and petioles were cut into segments, after cleaned under running tap water and successive surface sterilization in 70% ethanol (3 mins) and 5% sodium hypochlorite solution (3 mins for roots, 5 mins for leaves and petioles). Pieces of leaves and petioles samples were carefully placed onto water agar (WA) plates. The flat sides of root were also carefully placed onto ¼ potato dextrose agar (¼PDA) plates and WA plates, and incubated at 25°C until the outgrowth of endophytes was discerned.

Endophytic cultivation. Mycelial disks of endophyte were transferred into Erlenmeyer flasks containing 100 ml of Potato Dextrose Broth supplemented with 0.2% Yeast Extract (PDB+0.2%YE) or modified MID medium (Strobel *et al*., 2002). After inoculation, the flasks were incubated at 28°C, 150 rpm. The culture broth was collected at 7-day, 14-day and 21-day intervals and assayed for antibacterial activity.

Bacterial strains. Plant pathogenic bacteria used in this study are *Erwinia carotovora (Ec)*, *Pseudomonas solanacearum* subvar.2 *(Ps2)*, *Pseudomonas solanacearum* subvar.4 *(Ps4)*, and *Xanthomonas citrii (Xc)*. Bacteria were cultivated in Potato Sucrose Broth (PSB, potato 300 g/L, sucrose 20g/L, peptone 5 g/L, $Na_2(HPO_4)$ 2 g/L, and $Ca(NO_3)_2$ g/L) for overnight at 30°C and 150 rpm and used in plate diffusion method.

Plate diffusion method. Thirty millitres of PSA soft medium (PSB plus agar 6 g/L) was inoculated with liquid overnight bacterial culture (as previously described). Bioassay plates containing PSA medium (PSB plus agar 15 g/L) were overlaid with inoculated PSA soft agar and agar wells were made by using a cork borrer. A 100 microlitres of culture broth of each endophytic fungus was pipetted into the agar wells. After overnight incubation, the diameter of the inhibition zones (no growth) in the bacterial lawn was measured with a ruler.

Results and Discussion

Plant samples. Stemona plants were collected from many regions in Thailand, which are Chiang Mai, Lamphun, Rayong and Nakornratchasima provinces (Table 1). A total of 170 isolates (Table 2) were obtained from various parts of plants. There were 53 isolates obtained from Chiang Mai, 22 isolates from Lamphun, 27 isolates from Rayong and 68 isolates from Nakornratchasima.

Table 1 Sampling sites of Stemona collected and their parts used for fungal endophyte isolation.

Collection site	*S. burkilliic*		*S. kerrii*	
	Leaf and petiole	Root	Leaf and petiole	Root
Chiang Mai	40	34	23	58
Lamphun	49	91	-	-
Rayong	6	6	-	-
Nakornratchasima	66	59	-	-

Table 2 The number of fungal endophytes isolated from roots, leaves and petioles of tissue samples.

Collection site	*S. burkilliic*		*S. kerrii*		Total isolates
	Leaf and petiole	Root	Leaf and petiole	Root	
Chiang Mai	18	4	24	7	53
Lamphun	22	-	-	-	22
Rayong	25	2	-	-	27
Nakornratchasima	48	20	-	-	68

Screening of antibacterial activity. On the growth of 9 isolates which posses antibacterial effect when grown in PDB+0.2%YE medium, the highest inhibition zone of *Ec* was 2.8 cm with MLSB28 at the day 7 of cultivation (Table 3). The highest inhibition zone of 1.4 cm against both *Ps2* and *Ps4* was produced by MLSB41-3 and MRSK5 on the 7th day of cultivation. The highest inhibition zone of *Xc* was observed with 21-day-old culture broth of MRSB9 which was 1.4 cm at the day 21 of cultivation. On the other hand, two isolates (M RSK5 and M PSK2) showed broad spectrum inhibitory effect against of bacterial strains. The inhibition zone produced by 7-day-old culture broth of MRSK 5 against *Ec*, *Ps2*, *Ps4*, and *Xc* were found to be 1.7, 1.4, 1.4 and 1.2 cm, respectively. Whereas inhibition zone from 7-day-old culture broth of MPSK 2 against *Ec*, *Ps2*, *Ps4*, and *Xc* were found to be 1.15, 1.3, 1.2 and 1.15 cm, respectively.

Table 3 Inhibitory effect of bioactive compounds produced by certain endophytes when grew in PDB+0.2%YE medium, against plant bacterial pathogens.

Code	Source	Cultivation time (Day)	Inhibition zone (cm)			
			E. carotovora	*P. solanacearum subvar.2*	*P. solanacearum subvar.4*	*X. citrii*
L LSB49-1	*S. burkilliic*	7	1.8±0.0	-	-	-
		14	1.8±0.0	-	-	-
		21	1.8±0.0	-	1.2±0.0	-
M LSB41-3	*S. burkilliic*	7	1.7±0.0	1.4±0.0	1.4±0.0	-
		14	-	-	-	-
		21	-	-	-	-
M PSK2	*S. kerrii*	7	1.15±0.05	1.3±0.0	1.2±0.0	1.15±0.05
		14	1.1±0.0	1.2±0.0	1.2±0.0	1.1±0.0
		21	-	1.1±0.0	1.1±0.05	-
M RSK8	*S. kerrii*	7	-	-	-	-
		14	-	-	-	-
		21	-	-	1.2±0.0	1.2±0.0
M RSB9	*S. burkilliic*	7	-	-	-	-
		14	-	-	-	-
		21	-	-	-	1.4±0.0
CM 3	*S. kerrii*	7	1.2±0.0	-	-	-
		14	1.2±0.0	-	-	-
		21	1.2±0.0	-	-	-
CM 9	*S. kerrii*	7	-	-	-	-
		14	-	1.2±0.0	1.2±0.0	1.2±0.0
		21	-	1.4±0.0	1.4±0.0	1.2±0.0
M LSB28	*S. burkilliic*	7	2.8±0.0	-	-	-
		14	2.8±0.0	-	-	-
		21	2.2±0.0	-	-	-
M RSK5	*S. kerrii*	7	1.7±0.0	1.4±0.0	1.4±0.0	1.2±0.0
		14	-	-	-	-
		21	-	-	-	-

Note: - , no inhibition.

Nine isolates possessing antibacterial effect on modified MID medium are listed in Table 4. Isolate number L LSB49-1 exhibited broad spectrum and highest antibacterial activity against all bacterial pathogens. The bioactive metabolite(s) produced by 14-day-old culture of this isolate inhibited growth of *Ec*, *Ps2*, *Ps4*, and *Xc*, with the inhibition zones of 2.5, 1.5, 1.7 and 1.9 cm, respectively.

This study primarily examined antibacterial effects of bioactive compounds from endophytic fungi of *Stemona* spp. Identification of bioactive compound structure and fungal species displaying antibacterial activity must be carried out. This is importance of screening for new active agents for biological control. Moreover, physiological study of some isolates, for example L LSB49-1, is necessary for optimizing large scale production of the active agents.

Table 4 Inhibitory effect of bioactive compounds produced by certain endophytes when grew in Modified MID medium, against plant bacterial pathogens.

Code	Source	Cultivation time (Day)	Inhibition zone (cm)			
			E. carotovora	*P. solanacearum subvar.2*	*P. solanacearum subvar.4*	*X. citrii*
L LSB49-1	S. *burkilliic*	7	-	-	-	-
		14	2.5±0.0	1.5±0.0	1.7±0.0	1.9±0.0
		21	2.7±0.0	1.7±0.0	1.5±0.0	1.9±0.0
M LSB41-3	S. *burkilliic*	7	1.9±0.0	1.3±0.0	1.3±0.0	-
		14	1.9±0.0	1.5±0.0	1.5±0.05	-
		21	-	-	-	-
M PSB41-2	S. *burkilliic*	7	1.9±0.0	-	1.3±0.0	-
		14	-	-	-	-
		21	-	-	-	-
M PSB16-2	S. *burkilliic*	7	1.7±0.0	-	-	-
		14	1.35±0.05	-	-	-
		21	1.25±0.05	-	-	-
M LSB16-1	S. *burkilliic*	7	2.3±0.0	-	1.4±0.0	-
		14	1.9±0.0	-	-	-
		21	1.8±0.1	-	-	-
L LSB17-1	S. *burkilliic*	7	-	-	-	1.9±0.0
		14	-	-	-	
		21	-	-	-	-
M LSB2	S. *burkilliic*	7	-	-	-	1.75±0.15
		14	-	-	-	-
		21	-	-	-	-
SERS 26	S. *burkilliic*	7	1.8±0.0	-	-	1.2±0.0
		14	-	-	-	-
		21	-	-	-	-

Note: - , no inhibition.

Conclusion

This study contributes to the antibacterial effects of *Stemona* spp. endophytes presents in different culture broth against plant pathogenic bacteria. MRSK 5 and MPSK2 showed broad-spectrum inhibitory effect against all of bacteria strains when grew in PDB+0.2%YE medium. In modified MID medium, L LSB49-1 display broad-spectrum antibacterial activity against all bacteria pathogens used.

References

Brem, B., Seger, C., Pacher, T., Hofer, O., Vajrodaya, S. and Greger, H. 2002. Feeding deterrence and contact toxicity of Stemona alkaloids - a source of potent natural insecticides. Journal of Agricultural and Food Chemistry 50, 6383–6388.

Carroll, G.C.1988. Fungal endophytes in stems and leaves from latent pathogen to mutualistic symbiont. Ecology. 69, 2-9.

Kaltenegger E., Brem B., Mereifer K., Kalchhauer H., Kahlig H., Varojdaya S., and Greger H. 2003. Insecticidal pyrido[1,2-a]azepine alkaloids and related derivatives from Stemona species, Phytochemistry 63, 803-816.

Kostecki, K., Engelmeier, D., Pacher, T., Hofer, O., Vajrodaya, S. and Greger, H. 2004. Dihydrophenanthrenes and other antifungal stilbenoids from Stemona cf. pierrei. Phytochemistry 65(1), 99-106.

Strobel, G.A., Ford, E., Worapong, J., Harper, J.K., Arif, A.M., Grant, D.M., Fung, C.W. and Chan K. 2002. Ispoestacin, an isobenzofuranone from Pestalotiopsis microspora, possessing antifungal and antioxidant activities. Phytochemistry 60, 179-183.

Tan, R.X. and Zou, W.X. 2001. Endophytes: A Rich Source of Funtional Metabolites. Nat. Prod. Rep 18, 448-459.

ดัชนีชื่อผู้แต่ง

ก

กนก รัตนะกนกชัย, 259

กนกกร ศรีอนันต์, 83, 160

กนกวรรณ พุ่มพุทรา, 79

กฤษณา มงคลพุทธรักษา, 222

กวิศร์ วานิชกุล, 37, 156, 222

กัญณาญาภัค สนามพล, 54

กาญจนา เหลืองสุวาลัย, 303

กิตินันท์ รัตนพิทักษ์กุล, 335

กุลนาถ อบสุวรรณ, 197, 200, 255, 263

เกตุทัต-คาร์นส, 11

ไกรสีห์ พิสิษฐ์กุล, 318

ข

ขวัญฤทัย คล้ายมุข, 58, 66

ค

คิฮอง จุง, มารินา, 11

จ

จรัญญา พงโศธร, 226

จาตุรงค์ จงจีน, 291

จารุรัตน์ สันเต, 103

จารุรัตน์ เอี่ยมศิริ, 243

จินดาพร จำรัสเลิศลักษณ์, 127

จิรภา เพชร์สม, 11

จิระ สุวรรณประเสริฐ, 212

จีรศักดิ์ แสงศรี, 287

ช

ชลธิชา ปิตตาระเต, 115

ชัยรัตน์ ตั้งดวงดี, 131

ชัยวัฒน์ บุญมากาศ, 339

ชาตรี เอี้ยพิณ, 139

ชาลีดา บรมพิชัยชาติกุล, 208, 326

ชูสิทธิ์ หงส์กุลทรัพย์, 208

ไชยวัฒน์ ไชยสุต, 271

ฐ

ฐิติมา คงรัตน์อาภรณ์, 235, 239, 247, 251, 275

ณ

ณภัทร พิมพ์ผะกา, 181

ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์, 29, 33, 58, 66, 83, 99, 143, 147, 160,169, 173, 177, 181, 239, 247, 251, 259, 267, 275, 279, 295,322

ณัฐชัย พงษ์ประเสริฐ, 185

ณัฐวุฒิ ส่งแสง, 259

ท

ทวีรัตน์ วิจิตรสุนทรกุล, 339

ทรงเมท สังข์น้อย, 189

ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย, 29, 62, 169, 239, 247, 251, 275, 283

ทักษอร บุญชู, 62, 283

ทิพสุคนธ์ บุญรอด, 147, 160, 177

ทิวา รักนิ่ม, 287

ธ

ธัญญพจน์ นรสิทธิ์พิทักษ์, 1

น

นงนุช วงศ์สินชวน, 212, 215, 218

นภาพร แก้วดวงดี, 6

นริษรา โสมณวัตร์, 230

นวลจันทร์ ภูคลัง, 62

นิทัศน์ ทิพยโสตนัยนา, 15

นิพนธ์ ทรัพย์ทิพย์, 303

เนตรนภิส เขียวขำ, 70

บ

บัณฑิต คันธา, 29

บัณฑิตา ยงค์, 193

บุญญา สุดาทิศ, 235

บุษกร ประดิษฐนิยกูล, 87

บุษรินทร์ ยิ่งแจ่ม,119

เบญจวรรณ ธรรมธนารักษ์, 107, 119

ป

ปกขวัญ หุตางกูร, 107

ปทุมวดี วงศ์ทอง, 75

ประพนธ์ ปราณโสภณ, 235, 247, 251, 259

ปรีชา วิทยพันธุ์, 287

ปรียา พวงสำลี หวังสมนึก, 19

ปัทมาพร เพชรประกอบ, 79

ปิยดา บูลกา, 204

ปิยะรัตน์ ปัทม์แก้ว, 33

ปิยะวดี เจริญวัฒนา, 50

ผ

ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์, 226, 230, 239, 247, 251 275

พ

พรทิพย์ ศิริสุนทราลักษณ์, 123, 295, 331

พรพิมล เทพบรรทม, 135

พรรณจิรา วงศ์สวัสดิ์, 164

พัชทรา มณีสินธุ์, 164

พาเมลา โรแนล, 11

พิมพ์ภิลา ศุภเจริญกูล, 310

เพ็ญจันทร์ เมฆวิจิตรแสง, 79

เพ็ญศรี ศรประสิทธิ์, 147, 177

ไพโรจน์ หลวงพิทักษ์, 119

ภ

ภัทรานิษฐ์ ตรีเพ็ชร์, 58, 66

ภาณุมาศ ฤทธิไชย, 204

ภาราได แจ่มจำรูญ, 139

ม

มงคล แซ่หลิม, 189

มนูญ ศิรินุพงษ์, 215, 218

ย

ยศินทร์ กิติจันทโรภาส, 19

เยาวภา ไหวพริบ, 271

ร

ระวี เจียรวิภา, 25, 310, 314

รัชฎา ตั้งวงค์ไชย, 103

รัชนก บุญเลิศ, 123

ล

ละมุล วิเศษ, 326

ลัดดาวัลย์ คำมะปะนา, 283

ว

วณิช ลิ่มโอภาสมณี, 235, 239, 243, 247, 251, 275

วรนุช ศรีเจษฎารักข์, 95, 103

วรัญญา ค้ำชู , 31, 111

วรัญญา วรรณคุณ, 267, 160

วสัณณ์ เพชรรัตน์, 1

วัชรา ทะมะละ, 193

วัชรีพร นาคทุ่งเตา, 314

วัฒนา วัชรอาภาไพบูลย์, 169

วัลยา อุตโรกุล, 307

วาริช ศรีละออง, 185

วารินทร์ พิมพา, 335

วิจิตรา ลีละศุภกุล, 1

วิชมณี ยืนยงพุทธกาล, 91, 111

วิชัย หวังวโรดม, 212, 215, 218

วิมลพรรณ รุ่งพรหม, 41, 299

วีระศรี เมฆตรง, 87

ไวรุจน์ เดชมหิทธิ์กุล, 79

ศ

ศรีวิกรณ์ ดิษฐอุดมโพธิ์, 115

ศศธร สิงขรอาจ, 295

ศศิกานต์ เกิดแสงสุริยงค์, 99, 160

ศานิต สวัสดิกาญจน์, 41, 151

ศิริชัย อริยานนท์ภิญโญ, 303

ศิริพิมล หงส์เหม, 255

ศิริวรรณ ตั้งแสงประทีป, 83, 87

ศิริอร แก้วโบราณ, 173

ส

สมชาติ โสภณรณฤทธิ์, 127

สมยศ จิรสถิตสิน, 25

สมศิริ แสงโชติ, 70

สมหญิง แซ่โง้ว, 271

สโรบล สโรชวิกสิต, 131

สักกมน เทพหัสดิน ณ อยุธยา, 131

สักขี แสนสุภา, 87

สาธิต วงษ์ชีรี, 235

สายลม สัมพันธ์เวชโสภา, 279

สิริมา ชินสาร, 135

สุกัญญา ขันติมงคล, 46

สุจริต ส่วนไพโรจน์, 215, 215

สุชปา เนตรประดิษฐ์, 15

สุชาดา เสกสรรวิริยะ, 235, 239, 243, 247, 251, 275

สุปราณี แก้วกระจ่าง, 299

สุพจน์ ประทีปถิ่นทอง, 87

สุพรรนี อะโอกิ, 291

สุภาณี พิมพ์สมาน, 75

สุภาพร พงษ์มณี, 54

สุภาพร สังข์งาม, 263

สุรศักดิ์ สัจจบุตร, 243

สุรีวรรณ สุคนธรส, 37

เสาวคนธ์ มูลศาสตร์, 156

เสาวพงศ์ เจริญ, 243

เสาวลักษณ์ วิเศษศรี, 95

แสงชัย เอกประทุมชัย, 79

อ

อนันต์ ทองทา, 271

อภิรดี อุทัยรัตนกิจ ,193, 197, 200, 208, 226, 239, 247, 251, 255, 263, 275, 279

อมรพันธ์ แก้วศรีนวล, 287

อมรรัตน์ ตั้งสกุล, 143

อมรรัตน์ วัฒนล้ำเลิศ, 164

อัมพร ศุภตระกูล, 339

อรพิน เกิดชูชื่น, 29, 33, 58, 66, 83, 99, 143, 147, 160, 169, 173, 177, 181, 239, 247, 251, 267, 275, 295, 322

อรรจนา ด้วงแพง, 307

อรรถพล นุ่มหอม, 331

อรสา สุริยาพันธ์, 46

อรุษา เชาวนลิขิต, 123

อัจฉรา ศรีกุศลานุกูล, 107

อิบรอเฮม ยีดำ, 310, 314

อิมราน อาหมัด, 331

อีนดา แวดาลอ, 326

อุบลรัตน์ กล่ำศรี, 322

เอกชัย สินศรีอนันต์, 279

โอฬาร ตัณฑวิรุฬห์, 87

H

Harald Greger, 70

ดัชนีคำสำคัญ

ก

กรดไขมันอิสระ, 279
กรดอินทรีย์, 83
กระชาย, 29
กระดาษ, 15
กล้วย, 222
กล้วยไม้ตัดดอก, 255, 263
กล้วยอบแห้ง, 335
กลั่นพร้อมสกัด, 181
กลิ่นรส, 143
กลูตาเมต, 103
กักกันพืช, 243
กากองุ่น, 6
ก๊าซคาร์บอนไดออกไซด์, 331
การกระตุ้นการงอก, 283
การกระตุ้นการเจริญเติบโต, 314
การเก็บรักษา, 218, 326
การเกิดสีน้ำตาล, 160
การขาดน้ำ, 322
การคัดแยก, 291
การงอก, 62, 193, 204
การงอกของเมล็ด, 200
การงอกของสปอร์, 230
การจำแนก, 291
การเจริญเติบโต, 41, 212, 303, 307, 310
การเจริญเติบโตของต้นกล้า, 204
การฉายรังสี, 235
การแช่, 103
การแช่, 193
การเติบโต, 222
การถ่ายเทมวลสาร, 91
การทำแห้งด้วยวิธีการออสโมซิส, 115
การบานของดอก, 200
การประมวลผลข้อมูลภาพเชิงตัวเลข, 25
การประเมินผล, 156
การเปรียบเทียบ, 37
การเปลี่ยนแปลงคุณภาพ, 99
การพิมพ์ระบบพ่นหมึก, 15
การยับยั้งการงอกของเมล็ด, 299
การยับยั้งเชื้อรา, 50
การเร่งความงอก, 215
การวิเคราะห์กลิ่น, 147
การไว้ผล, 189
การสร้างมวลชีวภาพ, 310, 314
การหดตัว, 127
การเหี่ยวของดอกตูม, 255
การอบด้วยลมร้อน, 335
การอบแห้ง, 135
การอบแห้งแบบขั้นตอนเดียว, 135
การอบแห้งแบบพ่นฝอย, 131
การอบแห้งแบบสองขั้นตอน, 135
เกรด, 156
เกษตรอินทรีย์, 99, 307
แกมมาอะมิโนบิวเทอริกเอซิด, 103
แก้วมังกร, 239, 247, 251, 275

ข

ขนาดเมล็ดพันธุ์, 212
ขมิ้นชัน, 29
ข่า, 29
ข้าว, 11, 322
ข้าวกล้องงอก, 103, 169
ข้าวขาวดอกมะลิ 105, 326
ข้าวโพดฝักอ่อนอินทรีย์, 164
ข้าวหอมมะลิ, 123
ข้าวหุงสุกเร็ว, 123
ข้าวอินทรีย์, 307
ขิง, 29, 226

ค

ความกรอบ, 127
ความแข็งแรง, 62
ความงอก, 218
ความเป็นกรด-ด่าง, 103
ความเป็นพิษ, 295
ความยาวใบ, 197
ความสูงของต้น, 197, 200
ความสูงของต้นกล้า, 193
ความหลากหลายทางพันธุกรรม, 19
คาราเมล, 95
คุณค่าทางอาหาร, 177
คุณภาพ, 189, 226, 326

คุณภาพของเมล็ดพันธุ์, 151
คุณภาพดิน, 99
คุณภาพทางประสาทสัมผัส, 275
คุณภาพหลังการเก็บเกี่ยว, 263
เครื่องเทศ, 70
แคโรทีนอยด์, 247, 251
แคลเซียม, 119, 123
ไคโตแซน, 83

ง
งา, 119

จ
จุลินทรีย์ก่อโรคทางอาหาร, 54
จุลินทรีย์ที่ก่อโรคในพืช, 339

ช
ชมพู่พันธุ์ทับทิมจันท์, 208
ชั้นคุณภาพ, 156
เชื้อราทนร้อน, 291

ซ
ซอร์บิทอล, 115
ซัลเฟอร์ไดออกไซด์, 33

ด
ด้วงงวงข้าวโพด, 267, 295, 331
ดอกรัก, 303
ดัชนีการเกิดสีน้ำตาล, 164
ต้นกล้า, 222
ต้นกล้ายางพารา, 310, 314
ต้นยางพารา, 25
ต้มกลั่น, 181
ต่อมน้ำมัน, 185
ตะไคร้, 135
ตะไคร้หอม, 41
ตาดอก, 197
แตงไทย, 91, 111
แตงไทยแช่แข็ง, 111
ถั่วหรั่ง, 212
ทรงพุ่ม, 197
ทำมัง, 181
ทุเรียน, 243
เทคนิคการวิเคราะห์แบบหลายปัจจัย, 33

น
นมสาว, 222
น้ำทิ้ง, 173
น้ำนมข้าวโพด, 107, 119
น้ำนมแพะ, 147, 177
น้ำมันหอมระเหย, 29, 181, 295
น้ำหนักแห้ง, 200
น้ำหมักพืช, 271

บ
บรรจุภัณฑ์, 87
บุก, 208
เบต้าแคโรทีน, 279
แบคคิวโลไวรัส, 79
แบคทีเรียแลคติก, 271
โบรมีเลน, 259
ใบมะกรูด, 135
ใบส้ม, 1
ปริมาณโพรลีน, 322
ปริมาณสารฟีนอลทั้งหมด, 131
ปริมาตรไม้, 25
ปุ๋ยอินทรีย์, 314
เปลือกทุเรียน, 15
เปอร์ออกซิเดส, 1
แป้งข้าวเจ้า, 83
ผลผลิต, 212, 303, 318
ผลไม้ส่งออก, 243
ผลิตภัณฑ์เครื่องดื่ม, 119
ผลิตภัณฑ์ตอกเม็ด, 107
ผักกาดหอม, 173
ฝรั่งเย็นสอง, 156
พลับสด, 87
พลู, 50
พันธุ์, 37
พีเอช, 169
พืชสมุนไพร, 41
พืชสมุนไพรบดผง, 267
พืชอาหารสัตว์, 147, 177
โพแทสเซียมไนเตรท, 222
โพลีฟีนอล, 46, 279

ฟ
ฟลูอิไดเซชัน, 326
ฟักทอง, 107
ฟิล์มบริโภคได้, 83
ฟีนอล, 247
ฟีนิลอะลานีนแอมโมเนียไลเอส, 1

ภ
ภาพถ่ายดิจิตอล, 25

ม
มลพิษทางอากาศ, 33
มอลโตเด็กตริน, 131
มอลทิทอล, 115
มะขามหวาน, 37
มะเขือเทศ, 115
มะเร็ง, 6
มันฝรั่ง, 318
เมล็ดผักกาดเขียวปลี, 62
เมล็ดพันธุ์ข้าวโพดเทียน, 151
เมล็ดพันธุ์ฟักเขียว, 283
เมล็ดมะละกอ, 46
เมล็ดส้มเขียวหวาน, 58, 66
ไมโครเวฟ, 335
ไมโครอเรย์, 11
ไมยราบยักษ์, 299

ย
ยางพารา, 19
ยูเรีย, 222
เยื่อปอสา, 15

ร
รองเท้านารีคางกบใต้, 287
ระยะเวลาในการแช่ข้าว, 169
ระยะสุกแก่ทางสรีรวิทยา, 151
รังสีแกมมา, 239, 243, 247, 251, 275
ราเอนโดไฟท์, 339
เร่วหอม, 29
เรสเวออะทอล, 6
โรคผลเน่า, 230
โรงไฟฟ้าแม่เมาะ, 33
ไรศัตรูพืช, 75

ล
ลองกอง, 189
ลักษณะเนื้อสัมผัส, 127
ลำเจียก, 299
ลิ้นจี่พันธุ์พันทิพย์, 160
ลิโมนอยด์, 58, 66
ลูกสมอไทย, 271
โลหะหนัก, 173

ว
วิตามินซี, 247
วิธีออสโมซิส, 111
วิธีออสโมซิส, 91

ส
สภาพปลอดเชื้อ, 287
สภาวะขาดน้ำ, 310
สภาวะบรรยากาศดัดแปลง, 164
สมบัติด้านความหนืด, 326
สมุนไพรผักพื้นบ้าน, 54
สับปะรด, 131
สารกำจัดแมลง, 79
สารเคลือบผิว, 160, 208, 226
สารละลายเอทธิฟอน, 283
สารไล่, 267
สารสกัด, 58, 70
สารสกัดจากสมุนไพร, 54
สารออกฤทธิ์ชีวภาพ, 70, 339
สี, 127

ห
หนอนกระทู้หอม, 66
หนอนเจาะเมล็ดทุเรียน, 235
หนอนใต้, 235
หนอนมาเลย์, 235
หนอนรู, 235
หน่อไม้ฝรั่ง, 99
หมากแดง, 215, 218
หอมหัวใหญ่, 135, 143
หางไหล, 75
โหระพา, 185

อ
อนุมูลอิสระดีพีพีเอช, 46
อะพอพโตซิส, 6
อัตราการตาย, 267
อัตราการเติบโต, 318
อัตราการสังเคราะห์แสง, 318
อัตราส่วนของรากต่อยอด, 200
อัตราส่วนระหว่างช่องว่างเหนืออาหาร, 164
อาการสะท้านหนาว, 185
อายุการใช้งาน, 255, 263
อุณหภูมิของน้ำ, 169
เอทธิลีน, 255, 263
เอนไซม์เซลลูเลส, 291
เอนไซม์-โปรตีนไฮโดรไลเซทกากถั่วเขียว, 259
แอฟลาทอกซิน, 50
แอมโนเนียมซัลไฟท์, 95
แอลกอฮอล์, 46
โอลิโกนิวคลิโอไทด์อเรย์, 11
โอลีโอเรซิน, 143
ไฮโดรโปนิค, 173

ฤ
ฤทธิ์การไล่, 295
ฤทธิ์ต้านจุลินทรีย์, 54
ฤทธิ์ต้านอนุมูลอิสระ, 335

A
aflatoxin, 50
air pollutant, 33
alcohol, 46
ammonium sulfite, 95
antifungal, 50
antimicrobial activity, 54
antioxidant activity, 139, 335
apoptosis, 6
asparagus, 99
Aspergillus flavus, 29

B
bacterial Plant Pathogen, 339
baculovirus, 79
bambara groundnut, 212
banana, 222
bastard cardamom, 29
beet army worm, 66
beverage, 119
bioactive, 70
bioactive Compound, 339
biomass accumulation, 310, 314
Bromelain, 259
browning index, 164
browning, 160
bud flower, 197
bud opening, 200
bud wilting, 255

C
calcium, 119, 123
cancer, 6
canopy, 197
caramel, 95
carbon dioxide, 331
carotenoids, 247, 251
Cellulolytic enzyme, 291
chilling injury, 185
chinese keys, 29
chinese mustard seed, 62
chitosan, 83
citrus leaves, 1
coating material, 160
coating substances, 226
Coix aquatica Roxb., 299
color, crispiness, 127
corn milk, 107, 119
crop growth rate, 318
crown flower, 303
cultivar, 37
cut orchid, 263, 255
Cyrtostachys lakka becc., 215, 218

D
Derris elliptica, 75
development, 307
digital image, 25
display life, 255, 263
DPPH radical, 46

dragon fruit, 247, 251, 275
dried banana, 335
dry matter, 200
drying, 135
drying, 139
durian Bark, 15
durian seed borer, 235
durian, 243
dynamic headspace gas chromatography mass spectrometry, 143, 259
edible film, 83, 208
EGCG, 279
enzyme-Mungbean Meal Protein Hydrolysates, 259
essential oil, 29, 181
ethephon, 283
ethylene, 255, 263
evalution, 156
exported fruit, 243
extract, 58, 70
extracted herb, 54

F
farming, 99
fermented liquid, 271
flavor, 143
fluidized bed, 326
food pathogen, 54
forage, 147
forage, 177
free-fatty acid, 279
frozen muskmelon, 111
fruit load, 189
fruit rot diseases, 230
fungal Endophyte, 339

G
GABA, 169
gamma irradiation, 62, 239, 243,247, 251, 275
gamma-aminobutyric acid, 103
GC-MS, 147
genetic diversity, 19
germinated brown rice, 103, 169
germination enhancement, 215, 283
germination, 62, 193, 204, 218
ginger, 226
ginger, 29
glutamate, 103
goat milk, 147, 177
grading, 156
gragon fruit, 239
grape pomace, 6
greater galangal, 29
growth acceleration, 314
growth, 41, 222, 303, 307, 310
guava, 156

H
headspace, 164
heavy metal, 173
Hevea brasiliensis Muell. Arg., 19
5-HMF, 95
hot-air drying, 335
hydrodistillation, 181
hydroponic, 173

I
Identification, 37, 291
image processing, 25
in vitro, 287
Inkjet Printing, 15
Insecticide, 79
ISSR, 19

K
kaffir lime leaves, 135
Khao Dawk Mali 105, 326
Konjac, 208

L
lactic acid bacteria, 271
leaf length, 197
leaf water potential, 322
lemon grass trunks, 135
lemon grass, 41
lettuce, 173

limonoid, 58
Litchi chinensis cv. Pantip, 160
Litsea petiotala, 181
longkong, 189
Luffa acutangula, 204
M
maemoh power plant, 33
maize weevil, 267
maltitol, 115
maltodextrin, 131
mandarin seed, 58
mass transfer, 91
medicinal crops, 41
medicinal herb, 54
methyl jasmonate, 230
microarray, 11
microwave, 335
milled rice, 331
Mimosa pigra, 299
modified atmosphere, 164
mortality, 267
Mudaria luteileprosa (Holloway), 235
multi-criteria decision making(mcdm), 33
muskmelon, 111
muskmelon, 91

N
Nom Sao, 222
NPV, 79
nutrition quality, 177

O
odor analysis, 147
oil gland, 185
oleoresin, 143
oligonucleotide array, 11
one-step drying, 135
onion, 139
organic acids, 83
organic agriculture, 307
organic baby corns, 164
organic fertilizer, 314
organic rice, 307
organic, 99
osmotic dehydration, 115
osmotic treatment, 111
osmotic treatment, 91

P
packaging, 87
papaya seeds, 46
paper, 15
Paphiopedilum callosum (Rchb. f.), 287
peroxidase, 1
persimmons, 87
pH, 103, 169
phenols, 251
phenylalanine-ammonia-lyase, 1
photosynthesis rate, 318
physiological maturity stage, 151
Phytophthora parasitica, 1
pineapple, 131
Piper betle L., 50
Plant essential oil, 295
plant growth, 212
plant height, 197, 200
plant powder, 267
plant quarantine, 243
plantlet, 222
polyphenol, 46, 279
post harvest quality, 263
potassium nitrate, 222
potato, 318
Pressurized Carbon Dioxide, 331
Production, 303
proline content, 322
Psidium guajava, 156
pumpkin, 107

Q
quality changes, 99
quality, 189, 226, 326
quick cooking rice, 123
radiation, 235
repellant, 267
repellent, 295

resveratrol, 6
rice starch, 83
rice, 11, 322
root/shoot ratio, 200
rotenone, 75
rubber seedling, 310, 314
rubber tree, 25

S
Saa Pulp, 15
screening, 291
SDE, 181
seed immerging, 200
seed quality, 151
seed size, 212
seedling growth, 204
seedling height, 193
sensory evaluation, 275
sesame, 119
shrinkage, 127
Stemona spp., 339
Sitophilus zeamais, 267
Sitophilus zeamias, 295
soaking time, 169
soaking, 103, 193
soil quality, 99
sorbitol, 115
spice, 70
spore germination, 230
spray drying, 131
storage, 218, 326
sulfurdioxide, 33
sweet basil, 185
sweet tamarind, 37

T
tablet product, 107
Tamarindus indica L., 37
temperature, 169
Terminalia chebula Retz., 271
Tetranychus truncatus, 75
textural property, 127
Thai jasmine rice, 123
Thammung, 181
Thermophillic Fungi, 291
tomato, 115
total phenol, 247
total phenolic contents, 131
toxicity, 295
'Tup tim jun' Java apple, 208
turmeric, 29
two-step drying, 135

U
urea, 222

V
vigor, 62
viscosity property, 326
vitamin C, 247, 251

W
wastewater, 173
water deficit, 310
water stress, 322
wax gourd seed, 283
waxy corn seed, 151
weed germination, 299
wood volume, 25

Y
Yen Song, 156
yield, 212
yield, 318

β
β-Carotene, 279

ผู้ทรงคุณวุฒิ
การประชุมและเสนอผลงานวิชาการพืชเขตร้อนและกึ่งร้อนครั้งที่ 1

ศ. ดร. อรรถพล นุ่มหอม
ศ. ดร. สายัณฑ์ ทัดศรี
รศ. ดร. สมบัติ ชินวงศ์
รศ. สมภพ ฐิตะวสันต์
รศ. ดร. ปราณี อ่านเปรื่อง
รศ. ช. ณิฏฐ์ศิริ สุยสุวรรณ
รศ. ดร. ศิวาพร ศิวเวชช
ผศ. ดร. สุเทวี ศุขปราการ
ผศ. ดร.จำนงค์ อุทัยบุตร
ผศ. ดร. สรัญญา วัชโรทัย
ดร. ทรงพล สมศรี
ดร. อมรา ชินภูติ
ดร. เบญจมาส รัตนชินกร
ดร. ศรีสุข พูนผลกุล
ดร. กุลนาถ อบสุวรรณ

คณะกรรมการจัดการประชุมฯ

รศ. ดร. อรพิน เกิดชูชื่น
ผศ. ดร. ณัฏฐา เลาหกุลจิตต์
ผศ. ดร. อภิรดี อุทัยรัตนกิจ
ผศ. ดร. ทรงศิลป์ พจน์ชนะชัย
ผศ. ดร. ผ่องเพ็ญ จิตอารีย์รัตน์
ดร. วาริช ศรีละออง

ฝ่ายประชาสัมพันธ์

นางสาว ภัทรานิษฐ์ ตรีเพ็ชร์
นางสาวอาภาพรรณ ชัฎไพศาล